

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ,

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL INDICE DE COSECHA  
DE DIEZ VARIETADES DE AVENA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A

LUIS ALFREDO MARQUEZ CEDILLO

DIRECTOR DE TESIS.

M.C. CARLOS A. JIMENEZ GONZALEZ.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO. 1985.



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

	PAG.
LISTA DE CUADROS .....	vii
1. INTRODUCCION .....	1
Objetivos .....	3
Hipotesis .....	3
2. REVISION DE LITERATURA .....	4
2.1. Componentes del rendimiento .....	4
2.1.1. Componentes morfológicos .....	4
2.1.2. Componentes fisiológicos .....	6
2.1.3. Efectos compensatorios .....	8
2.2. Interacción genotipo-ambiente.....	10
2.2.1. Características del ambiente .....	10
2.2.2. Influencia de la densidad de población .....	12
sobre el rendimiento e índice de cosecha.	
2.3. Criterios utilizados para la selección de material genético.....	16
2.4. Índice de cosecha .....	21
3. MATERIALES Y METODOS .....	26
3.1. Material genético .....	26
3.2. Labores culturales.....	34
3.3. Evaluación .....	35
4. RESULTADOS .....	45
4.1. Análisis de varianza.....	45
4.2. Comparación de medias .....	48
4.3. Correlaciones .....	56
5. DISCUSION .....	59
6. CONCLUSIONES .....	68
7. LITERATURA REVISADA .....	70
8. APENDICE .....	73

LISTA DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Distribución de los tratamientos sobre los bloques y las parcelas.	37-38
2	Valores de F calculada y cuadrados medios del error de los análisis de varianza de los 11 caracteres estudiados.	48
3	Comparación de medias por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) por variedad para algunos de los caracteres estudiados.	52
4	Comparación de medias por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para rendimiento económico, biológico e índice de cosecha.	54
5	Comparación de medias por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para eficiencia de la producción.	54
6	Comparación de medias (Duncan, $\alpha=0.05$ ) para efectos de densidad en los 11 caracteres estudiados.	55
7	Medias de índice de cosecha para cada variedad en cada una de las tres densidades empleadas.	56
8	Coeficientes de correlación de los 11 caracteres estudiados	59

## 1. INTRODUCCION

La avena ocupa un lugar importante como cultivo productor de forraje, y también de grano para consumo humano; en algunas regiones del país. Anualmente se destinan al cultivo de este cereal de 90 a 130,000 ha., de las cuales el 90% se localizan en áreas de temporal. Los estados de la República que mayor importancia tienen en la producción de avena son: Chihuahua, Durango y México, en los cuales se cultiva en altitudes de 1,600 a 2,800 metros sobre el nivel del mar.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas ha introducido, producido y liberado diversas variedades de avena; sin embargo además de la evaluación de éstas para recomendar su uso es necesario seleccionar variedades que por sus características se pueden usar en los programas de mejoramiento como progenitores.

El mejoramiento genético de avena se ha enfocado principalmente a la búsqueda de variedades resistentes a las royas del tallo (Puccinia graminis avenae) y de la hoja (Puccinia coronata), ya que se considera a éste factor como el más limitante de la producción. Sin embargo, en la actualidad es necesario aumentar el rendimiento mediante la utilización de criterios y métodos de selección más eficientes que permitan obtener mejores variedades.

El manejo del rendimiento per se, resulta difícil en un programa de mejoramiento, por ser un carácter de baja heredabilidad. Para tratar de aumentarlo se han desarrollado técnicas como la selección en base a componentes del rendimiento ó a ciertos índices de eficiencia.

Desde la década de los sesentas se ha probado sobre todo en cereales, uno de esos índices que se conoce como Índice de Cosecha (IC), y se ha utilizado como un criterio de selección de plantas para alto rendimiento tanto biológico como económico; sin embargo, se ha observado que éste es afectado por algunos factores ambientales y ciertas labores de cultivo como la densidad de siembra.

En general, trabajos efectuados en otros países y en diversos cultivos han mostrado que a bajas densidades de siembra se expresa un mayor IC, pero que a las densidades de siembra comerciales se nota un descenso en éste, por lo que es necesario medir el efecto de esta acción en genotipos que son sembrados commercialmente.

La importancia del IC consiste en que permite evaluar la eficiencia de los cereales en sus dos componentes más importantes: la producción de materia seca (rendimiento biológico) y la producción de grano (rendimiento económico), estableciendo una relación entre ambos, de manera que variedades con alto IC manifiestan un alto rendimiento de grano en comparación con su propio rendimiento biológico, mientras que variedades con bajo IC presuponen una baja eficiencia en la producción de grano, referida ésta con el rendimiento de partes vegetales.

Asimismo es necesario conocer la respuesta de los genotipos en las densidades de siembra recomendadas comercialmente y el comportamiento de éstas teniendo como criterio de evaluación y selección algunos índices de eficiencia como lo puede ser el IC.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo probar algunas de las variedades comerciales de avena que más se siembran en condiciones de temporal y ver de que manera afecta la densidad de siembra al IC.

También se considera importante tener clasificadas estas variedades, para hacer recomendaciones en cuanto a su utilización como productoras de grano o de forraje y a la vez seleccionar las de mayor IC y mayor rendimiento económico como progenitores para rendimiento de grano.

De acuerdo a este objetivo se plantean las siguientes hipótesis:

1. La densidad de siembra afecta al IC.
2. Existen diferencias en la eficiencia de la producción (IC), de las variedades probadas.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Componentes del Rendimiento.

El rendimiento es el carácter más importante en la mayoría de los cultivos, ya se trate de semilla, follaje, contenido de nutrientes, azúcares, etc.

Para Kohashi (1979), el rendimiento es la expresión fenotípica de interés antropocéntrico y la resultante final de los procesos fisiológicos que se refleja en la morfología de las plantas. Pero esta expresión fenotípica es el resultado de la acción de varios genes de efectos pequeños y limitados, por lo que este carácter es de tipo cuantitativo (Wallace et. al., 1972).

Por lo anterior, investigadores como Grafius (1956), han considerado que no hay genes para rendimiento y que es más fácil descomponer al rendimiento en sus componentes. Los componentes del rendimiento son aquellos que juegan un papel importante en el rendimiento final de un cultivo y por lo general se dividen en morfológicos y fisiológicos.

#### 2.1.1. Componentes Morfológicos.

Los componentes morfológicos son aquellos que se relacionan con los órganos aéreos y subterráneos de la planta. Por ejemplo, en frijol, Kohashi (1979), establece que los componentes morfológicos para el rendimiento biológico son: raíz, tallo, hojas, flores, botones y frutos, mientras que el rendimiento económico se expresa en componentes como vainas, pericarpio, flores, botones, yemas, etc.

En avena, Grafius (1956), establece que el rendimiento es un producto que puede ser representado geométricamente como el volúmen de un paralelepípedo de acuerdo a la variedad de la que se trate.

Estas relaciones entre las características morfológicas de las plantas y su rendimiento, han sido estudiadas por varios autores. Liang et. al., (1969), en sorgo, encontraron correlación significativa y positiva entre el rendimiento de grano, peso de panoja, número de granos, días a floración y número de hojas.

Obviamente, todos los componentes del rendimiento (por ejemplo: número de tallos por planta, número de semillas por inflorescencia y peso de semillas), se expresan en el rendimiento de grano pero, algunos investigadores trabajando con cebada (Hordeum vulgare) y trigo (Triticum aestivum L.), han encontrado que un componente o quizá una combinación de dos pueden ser el determinante principal de alto o bajo rendimiento de grano (Brinkman y Frey, 1977).

Para Hawkins y Cooper (1981), el rendimiento en cereales es el producto de dos componentes principales: el número de granos por unidad de área y el peso de grano; de éstos, el peso de granos es el más estable y las grandes diferencias en el rendimiento son generalmente el resultado de fluctuaciones en el número de granos.

El número de granos por unidad de superficie que es la mayor determinante del rendimiento, puede ser influenciada por el número de inflorescencias, el número de espiguillas por inflorescencia, el número de florecillas por espiguilla y la proporción de florecillas que llegan a formar grano (Evans y Wardlaw, 1976).

Otros componentes que se correlacionan con el rendimiento son el tamaño y posición de las hojas. Jennings y Shibles (1968) encontraron, en avena, que las hojas de las plantas por debajo de la hoja bandera contribuyeron en mayor proporción al rendimiento de grano en una variedad de hojas erectas que en una variedad de hojas inclinadas. Frey (1962), encontró los mismos resultados utilizando una variedad de avena de hojas erectas y dos variedades de hojas inclinadas.

Tanner et. al., (1966), notaron que los cultivares de trigo, avena y cebada con rendimiento de grano más alto tienen hojas pequeñas y verticales, ellos atribuyen los altos rendimientos a la reducida competencia por luz entre las hojas.

Berdhal et. al., citados por Brinkman y Frey (1977), encontraron en cebada que hojas pequeñas están asociadas con la habilidad para producir alto rendimiento de grano, probablemente las hojas pequeñas permiten mayor penetración de luz hacia el dosel, el cual en respuesta aumenta el número de macollos.

### 2.1.2. Componentes Fisiológicos.

Kohashi (1979), considera a la acumulación de fotosintetizados, expresada como el peso total de la planta (rendimiento biológico) y a la movilización de dichos fotosintetizados al grano, representado por el número y peso de las semillas (rendimiento económico), como los principales componentes fisiológicos del rendimiento.

Para Evans (1975), los principales componentes fisiológicos son: la tasa de crecimiento relativo (TCR), utilización de la luz, intercambio neto de

CO<sub>2</sub>; y como subcomponentes: movilización y distribución de fotosintetizados, respiración oscura, fotorespiración y actividad enzimática,

Suresh y Kanna (1975), consideran a los siguientes componentes fisiológicos:

- 1) Producción de materia seca, de la cual los subcomponentes son: área foliar, tasa de fotosíntesis neta por unidad de área ó tasa de asimilación neta (TAN).
- 2) Tasa de fotosíntesis, cuyos subcomponentes son: el intercambio gaseoso, que esta relacionado directamente con la frecuencia de estomas y la tasa de difusión; la carboxilación, la fosforilación y la fotorespiración.
- 3) El crecimiento de la raíz y absorción de nutrientes, y como subcomponentes el peso de las raíces y la absorción de nutrientes por unidad de peso.

Ozbun (citada por Ozuna, 1980), señala que los datos que deben ser obtenidos durante el cultivo son: número de días a la madurez fisiológica, rendimiento biológico (peso seco de toda la planta) y rendimiento económico (peso seco de órganos económicamente importantes), el mismo autor señala que los datos anteriores sirven para calcular los siguientes parámetros fisiotécnicos relacionados con la eficiencia de la planta para altos rendimientos como: índice de cosecha (rendimiento económico/rendimiento biológico), rendimiento económico/ha/día (rendimiento económico / días a madurez fisiológica), y rendimiento

biológico /ha /día (rendimiento biológico /días a madurez fisiológica).

Cooper (citado por Ramírez, 1983), establece que la producción de materia seca no sólo depende de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) sino también, de la longitud de la estación de crecimiento. Así la producción de grano se ve afectada por la distribución relativa de los fotosintetizados que proveen al grano y de la fotosíntesis general durante el llenado del mismo.

### 2.1.3. Efectos Compensatorios.

Posiblemente el aspecto más importante de los componentes del rendimiento tanto morfológicos como fisiológicos, sea el mencionado por Evans y Wardlaw (1976), ya que establecen que el éxito de los cereales es su capacidad para la compensación de los componentes del rendimiento, porque los componentes tardíos pueden compensar las pérdidas o restricciones iniciales del desarrollo ó permiten tomar ventaja de condiciones ambientales favorables en la parte final del ciclo de vida del cultivo. Los cereales mayores difieren en la amplitud con la cual dicha compensación de componentes de rendimiento puede ocurrir en los estados tardíos de su ciclo de vida.

En trigo Rawson y Evans (1970), encontraron que el peso de grano presenta un rango substancial, ya que si el número de granos por espiga se reduce, los restantes granos pueden alcanzar un tamaño mayor.

Si bien el peso de grano en muchos cereales constituye un posible punto de compensación tardío del rendimiento, el alcance de la compensación puede ocurrir mucho más temprano. Matsushima (citado por Evans y Wardlaw, 1976), observó en arroz que el tamaño de grano es más restringido por el tamaño de glumas,

con el resultado que el peso de grano es menos variable e incapaz para acumular carbohidratos adicionales cuando las condiciones durante el llenado de grano favorecen un rápido ó prolongado crecimiento del mismo.

Otra fuente de compensación la constituyen los macollos. Los cereales de zonas templadas producen macollos en una amplitud determinada por la radiación solar incidente después de la iniciación de la inflorescencia. Sin embargo, dos tercios del total de macollos pueden ser innecesarios, aún así este derroche de producción de macollos asegura un alcance considerable de compensación temprana, lo cual no ocurre comunmente en maíz y sorgo, excepto en los maíces tardíos en donde el tallo principal puede producir mazorcas adicionales por efecto de compensación (Evans y Wardlaw, 1976).

El peso de grano y número de granos ayudan a compensar las bajas densidades de siembra. Kirby (citado por Evans y Wardlaw, 1976), encontró en cebada que en un rango de 50 a 800 plantas / M<sup>2</sup> el rendimiento no fué afectado, y que dicho aumento sólo resultó en un incremento de 90% en el número de espigas / M<sup>2</sup> combinado con una reducción de 40% en el número de granos por espiga y en una reducción del 18% en el peso de grano.

Como resultado de ese notable poder compensatorio, el rendimiento de grano es relativamente insensible al efecto de la densidad de siembra, y muestra una amplia variedad de correlaciones negativas entre los componentes del rendimiento. Por esta misma razón hay una variación considerable de lugar a lugar, de variedad a variedad, y de año a año, en los componentes más estrechamente relacionados con el rendimiento de grano (Leng 1963, citado por Evans y Wardlaw, 1976).

## 2.2. Interacción Genotipo-Ambiente.

### 2.2.1. Características del ambiente.

La planta siempre es producto del factor ambiental, el genético y la interacción de ambos para dar el fenotipo. A cada fenotipo va a corresponder un determinado rendimiento. Para explicar la existencia de diversos fenotipos de acuerdo a los diferentes ambientes Shelford (1913), postuló su teoría general de la tolerancia, la cual establece cuatro principios:

- 1) Organismos con amplios límites de tolerancia para todos los factores ambientales es posible que tengan una amplia distribución geográfica.
- 2) Los organismos pueden tener límites de tolerancia amplios para un factor y estrechos para otro.
- 3) Cuando las condiciones no son óptimas para un factor se pueden reducir los límites de tolerancia para otro factor.
- 4) El período de reproducción de los organismos se torna crítico cuando los factores ambientales son limitantes.

En el caso de los cereales Evans y Wardlaw (1976), señalan que la domesticación de los cereales ocurrió originalmente en latitudes bajas o tropicales, pero su desarrollo agronómico sobresaliente se ha dado en latitudes altas, bajo días más largos y temperaturas más bajas.

La avena cultivada parece que tiene su origen en la región del Asia Menor (Robles, 1981). Desde ésta región la avena se extendió hacia el norte y hacia el oeste hasta Europa. Según Sampson (citado por Robles 1981), los primeros granos de avena fueron encontrados en Egipto (2,000 años A.C.).

Odum (citado por Livera, 1979), señala que con mucha frecuencia se descubre que los organismos no viven en la naturaleza en las condiciones óptimas determinadas experimentalmente con respecto a algún factor físico en particular; y también ocurre que el período de la reproducción generalmente es un período crítico en que los factores ambientales tienen más probabilidades de ser limitantes y que los límites de tolerancia por lo general, son más estrechos para las semillas.

Debido a la importancia de los factores externos que influyen en el desarrollo de las plantas es por lo que se ha tratado de definir el concepto de ambiente. Para Billings (1957), el ambiente es cualquier fuerza, substancia o condición externa que de alguna manera afecta a los organismos, tomando en cuenta la acción conjunta de éstos factores. De acuerdo a éste autor el ambiente cumple con cuatro principios:

- 1) Tan pronto como un factor limitante se elimina, otro toma su lugar. Liebig (1890).
- 2) Si un factor se modifica en un ambiente éste cambio puede causar variaciones en otros componentes ambientales.
- 3) No se puede ignorar el hecho de que un ambiente es en realidad un

ejemplo de factores en interdependencia y dinámica interacción,

- 4) El ecosistema reacciona como un todo, es decir es prácticamente imposible aislar a un organismo sin afectar al resto del ecosistema.

#### 2.2.2. Influencia de la densidad de población sobre el rendimiento e índice de cosecha.

Las hojas son un importante componente anatómico-fisiológico del rendimiento ya que es el aparato fotosintético más importante de la planta. Debido a esto, Donald y Hamblin (1976), señalan que el éxito en el rendimiento de una cosecha depende de la explotación efectiva de la fotosíntesis, con el fin de obtener el máximo rendimiento biológico.

Por otro lado el índice de área foliar ( $IAF = \text{área foliar} / \text{unidad de superficie}$ ), puede ser un estimador valioso del crecimiento, y éste a su vez esta en función del número, tamaño y edad de las hojas.

El agricultor al igual que el técnico agrícola, dispone de una herramienta muy útil que le permite manejar el área foliar, y ésta es la densidad de siembra.

Los mismos autores, Donald y Hamblin (1976), indican que el índice de cosecha de cereales es afectado por el ambiente, principalmente: densidad de población, disponibilidad de agua y nutrientes.

También en los programas de mejoramiento se ha hecho notar los efectos de

la densidad de siembra. Márquez (1974), señala que algunas metodologías que se han usado han sido basadas en densidades que no corresponden a las de siembras comerciales y por tanto es de dudar el alcance logrado con ellas.

Esto ocurre así, porque no necesariamente se puede esperar el mismo comportamiento de individuos que han sido seleccionados a una densidad diferente a la recomendada, cuando se cultiven a densidades normales de siembra.

La interacción genético-ambiental es aún más específica ya que Márquez (1974), señala una estrecha interacción entre variedad y densidad. Apoyado por un estudio realizado por el INIA en Sonora con 6 variedades de trigo probadas en 5 densidades de siembra, se obtuvo que en cuatro variedades (INIA F-66, Nor<sup>te</sup>ño M-67, Azteca F-67 y Tobarí F-68), la densidad óptima es de 40 kg/ha de semilla, mientras que para CIAMO F-67 y Sonora F-64, ésta densidad fué la peor dentro de la significancia estadística, lo cual indica que cada variedad tiene su densidad de siembra específica.

Shebasky (1967), menciona que cuando un genetista distribuye las plantas en matas muy espaciadas está valorando un ambiente aislado en donde se favorece el libre rebrote y vigor de las plantas. Por el contrario, la distribución de las poblaciones segregantes en matas cercanas, provee un ambiente de competencia en donde plantas altas y con hojas largas son las que tendrán éxito.

De Loughery y Crookstom (1979), encontraron en maíz, que incrementando la densidad de población resulta un descenso significativo del índice de cosecha en todas las localidades en donde se sembró; así mismo, cuando las densidades fueron aumentadas, especialmente arriba del nivel en el cual el rendimiento de

grano fué máximo, el índice de cosecha (IC) disminuyó.

Donald y Hamblin (1976), estudiando maíz en varias regiones de Estados Unidos encontraron que el IC y el rendimiento de grano disminuyeron antes de que se alcanzara la máxima densidad de población; esto nos indica que la densidad óptima no es la densidad máxima. Sin embargo, éstos autores encontraron también en maíz, que los híbridos tienen capacidad para mantener su fertilidad y rendimiento por planta a altas densidades.

Parece ser que para efectos de eficiencia resulta más útil emplear bajas densidades ya que en densidades altas ocurre una leve intercepción de luz más temprana y la competencia entre plantas por luz es más intensa, lo cual provoca una disminución del porcentaje de hijos, producción de espigas, número de granos por espiga y el tamaño de grano, incluso en donde el agua y nutrientes no son limitantes, (Donald y Hamblin, 1976).

Lo anterior parece indicar que es menos riesgoso disminuir la densidad de siembra. Evans y Wardlaw (1976), señalan que la siembra en condiciones pobres o bajas densidades se pueden compensar en varios cereales, esto es lo que se logra mediante abundantes macollos y producción de más espigas por planta. Estos autores al estudiar trigo a una densidad alta de 300 pl /M<sup>2</sup>, encontraron que los hijos aportaron solamente el 30% del rendimiento total de grano, pero a la mitad de esa densidad de población y con la mitad de esas plantas produciendo espigas únicamente en el tallo principal, ocurrió que entre el 50 y 60% del rendimiento resultó de los hijos y un tercio de las plantas produjo cada una cuatro espigas.

Bremer (citado por Evans y Wardlaw, 1976), observó en trigo que el rendimiento de grano sólo disminuye 9% si la densidad de siembra se reduce 50%.

Además existen otros factores por los cuales se recomiendan valores más bajos, por ejemplo Woodward (1956), encontró que a densidades bajas en trigo, cebada y avena se obtuvo paja más dura, espigas y granos más largos y más alto rendimiento por bushel, que a altas densidades de siembra.

Carballo (citado por Márquez, 1974), al evaluar la efectividad de la selección masal basada en el índice peso de grano/peso de forraje (índice de cosecha), encontró que al comparar la efectividad de la selección realizada, tomando en cuenta éste criterio sus valores, y por lo tanto también los rendimientos, eran mucho mayores a altas densidades de población. Así mismo, Márquez (1974), señala que en general la selección se debe llevar a cabo a densidades de siembra altas, ya que si se realiza a densidades menores que las comerciales el avance puede resultar falso, sin embargo, también aclara que se debe considerar el tipo de material genético que se está evaluando, ya que por ejemplo al hablar sobre maíz no se obtienen los mismos resultados en un programa de selección, si se trabaja con material genético proveniente de Estados Unidos, el cual tiene características propias, que cuando se trabaja con material mexicano.

### 2.3. Criterios utilizados para la selección de material genético.

Cuando se desarrolla un programa de mejoramiento genético, es indispensable que el primer paso sea seleccionar de todo el material disponible, aquel que tenga las características que se tratan de obtener. Para llevar a cabo este primer paso, se pueden tener varios criterios de selección y también varias metodologías para llevar a cabo dicha selección.

Un mejorador de plantas puede seleccionar de acuerdo a la expresión fenotípica de plantas individuales o de granos, pero independientemente de cual de los métodos clásicos de mejoramiento utilice (selección masal, selección individual ó hibridación), va a seleccionar de acuerdo a características deseables como rendimiento, altura de planta, resistencia a sequía, resistencia a enfermedades, prolificidad, ó bien por índices de eficiencia (índice de cosecha, eficiencia de la producción, etc.).

Hunter (citado por Jiménez 1982), señala que ya desde la antigüedad el primer criterio para selección fué el tamaño y peso de grano, y menciona a Virgilio ( 70 - 19 A.C.), quien consideraba a los granos grandes y pesados como los más adecuados para una buena selección.

Jiménez cita a Coffman (1961), el cual establece que en la selección para avena el primer criterio que se consideró fué el rendimiento en base a una selección masal, y ésta se dió en varios países de Europa en primer lugar y posteriormente en América en el año de 1892 por el agricultor J.A. Fulghum.

Este mismo autor, señala que los criterios en que se basa ésta pueden ser visuales y mecánicos; los visuales consisten en retener plantas cuyas semillas, panojas, etc., presenten características deseables; los mecánicos consisten en retener semillas que permanecen en la criba de un cierto tamaño.

Márquez (1974), señala que la interacción genotipo-ambiente a través de varios ciclos, es un aspecto muy importante que debe tomarse en cuenta en los programas de mejoramiento, ya que un genotipo que resultó sobresaliente en un ciclo de selección es posible que no sea igualmente sobresaliente al siguiente ciclo, en el que las condiciones van a ser diferentes y es muy probable que los genotipos sobresalientes en éstas nuevas condiciones hayan sido eliminados en el ciclo anterior.

Teniendo en cuenta lo anterior en el método masivo se cosecha toda la semilla y se vuelve a sembrar al siguiente ciclo y así sucesivamente hasta la sexta generación y de esta manera se toma en cuenta la interacción genotipo ambiente a través de varios ciclos.

Otro criterio de selección en cereales es la resistencia a enfermedades, ya que este tipo de cultivos sufren en gran medida del ataque de hongos y bacterias, además es reconocida la capacidad de éstos patógenos para desarrollar nuevas razas fisiológicas que convierten en susceptibles a variedades que anteriormente eran resistentes.

Jiménez (1982), señala que al descubrir que se podía heredar la resistencia a enfermedades y que esta herencia se comporta de acuerdo a las leyes de Mendel de una manera simple, los "fitomejoradores empezaron a seleccionar y a

liberar solo variedades resistentes".

En cuanto a la selección genealógica, esta toma en consideración varios criterios que se deben registrar como: altura de planta, días a floración, tamaño de espiga, número de espigas por planta, peso de grano, etc., para seleccionar el material más adecuado, pero a pesar de su efectividad resulta demasiado laboriosa y costosa, por lo cual se han tratado de encontrar índices de eficiencia que permitan englobar a los componentes del rendimiento y que además simplifiquen el trabajo del mejorador y que sean valiosos en el aumento del rendimiento. Entre éstos se encuentra el índice de cosecha.

Se ha reconocido que la selección simple de plantas en poblaciones segregantes basada en el rendimiento de grano, en generaciones tempranas es una medida ineficiente para el desarrollo de alto rendimiento en líneas puras y que la selección al azar es igualmente efectiva (Belli, 1963).

En cuanto a los componentes del rendimiento (espigas por planta, granos por espiga y tamaño de grano), como criterio de selección, estos tienen la desventaja de ser mutuamente compensatorios así que un avance en algún componente tiende a ser acompañado por un cambio negativo en otro (Adams, 1967). Como consecuencia de esto, al tratar de incrementar el rendimiento de grano por selección para algún componente individual del rendimiento ha sido generalmente decepcionante.

En la actualidad existen varios criterios de selección para rendimiento de grano, que dependen de caracteres vegetativos principalmente porque son ellos los responsables de la capacidad fotosintética del dosel y de la habilidad com-

petitiva (Donald y Hamblin, 1976). Como prueba de lo anterior los mismos autores realizaron un estudio en 1974, con cebada y encontraron que las plantas más cortas con las hojas más chicas fueron las que obtuvieron el rendimiento más alto en F5; éstas plantas pueden ser identificadas y seleccionadas en F3 a pesar de su falta de rendimiento de grano en aquella generación.

Aunque la correlación positiva entre el IC y el rendimiento de grano no proporciona evidencia del valor del IC como un criterio de selección, hay evidencias de que éste puede tener un valor predecible real en ciertas situaciones (Donald y Hamblin, 1976).

Syme (1972), probando en trigo los criterios más importantes para elevar el rendimiento en 63 sitios a través del mundo, encontró que éstos fueron; el rendimiento de paja y el IC.

Donald y Hamblin (1976), citan el estudio de Fischer (1975), realizado en México con trigo para la predicción del rendimiento de plantas espaciadas; el mostró la superioridad del IC de plantas espaciadas sobre su rendimiento de grano, para predecir el rendimiento del mismo, con correlaciones de 0.54 y 0.51 respectivamente.

Rossielle y Frey (1977), en avena, indican que con días a floración y altura de plantas fijos, el aumento en el rendimiento de grano puede resultar de un mayor IC. En una población con variación genética limitada para días a floración (por ejemplo, una población que ha sido sujeta a selección para ese rango), el IC puede ser útil en la selección indirecta para rendimiento

situación que ocurre frecuentemente al comparar genotipos, índices de cosecha de 0.2, 0.4 y 0.6 indicarían los rendimientos de grano en éstas proporciones pero, sus correspondientes respecto a la relación grano/paja pueden ser 0.25, 0.67 y 1.50.

Dado que el IC depende del rendimiento biológico y éste se determina estando madura la planta, parece que el IC se afecta de acuerdo a la densidad empleada y a la fecha de determinación del rendimiento biológico. Pucktridge y Donald (1967) encontraron en trigo a diferentes densidades y etapas de determinación del rendimiento biológico que éste tiene un máximo antes del estado maduro y a una densidad de siembra intermedia.

La mayoría de los progresos en la producción de variedades de cereales de alto rendimiento parecen estar relacionados con altos índices de cosecha y sus componentes pueden ser una medida inadecuada a las relaciones examinadas entre variedades (Donald y Hamblin, 1976).

Varios casos de mejoramiento en el rendimiento de grano en trigo, ayena, cebada y arroz han sido atribuidos principalmente al aumento en el IC más que al aumento en el rendimiento biológico, la mayoría de los estudios sobre IC sin embargo, han hecho uso de cultivares famosos o líneas altamente seleccionadas (Rossielle y Frey, 1977).

Los factores que contribuyen efectivamente a un alto índice de cosecha, según Donald y Hamblin (1976), son los siguientes:

## A. Alta expresión

Peso de granos por espiga

Número de espigas por M<sup>2</sup>

## B. Baja expresión

Peso por hoja

Hojas por tallo

Peso por pedúnculo

Donald y Hamblin (1976) añaden que un alto IC en un cultivo puede ser obtenido con muchas espigas, cada una con alto rendimiento relativo de grano al corte, tallos ligeros y escasas, hojas cortas y angostas. Sin embargo estos valores son altos o bajos en un sentido relativo ya que espigas de tamaño absoluto pequeño, pueden ser relativamente grandes si cada una de éstas es asociada con una pequeña cantidad de tejido vegetal y lo mismo se aplica a todos los demás órganos.

Rossielle y Frey (1977), en base a los estudios de Lawrence (1974), en Avena sterilis L. y Avena sativa L. y a los de Bhatbe (1976), en trigo (Triticum aestivum L.), concluyeron que se debe conocer la herencia del IC antes de planear un programa de reproducción tendiente a mejorar éste carácter. Y como resultado de su propio trabajo concluyen que el IC en avena, presenta un gene de acción aditiva, aunque esta conclusión se complicó por la ocurrencia de sesgos negativos, además observó que la cruce entre padres donde ambos tenían alto índice de cosecha tendió a mostrar poca variación fenotípica para IC y otras características.

En Iowa Rossielle y Frey (1975), encontraron que la correlación fenotípica entre rendimiento de grano y el peso de la planta (rendimiento biológico), en Avena sativa L., fué de 0.88 mientras que la relación entre rendimiento de grano e IC fué de 0.12, lo que hace pensar que el rendimiento biológico fué el

factor limitante para el rendimiento de grano, así que el incremento del rendimiento biológico será una forma más eficiente para mejorar el rendimiento de grano que a su vez elevará el IC.

Por su parte Takeda y Frey (1976), estudiando las generaciones de cruza de Avena sativa L. y Avena sterilis L., encontraron que el rendimiento se correlaciona con el IC y con el índice de crecimiento con valores de 0.51 y 0.76 respectivamente.

Ramírez (1983), al estudiar índices de eficiencia en maíz encontró que existen índices de eficiencia que incluyen fracciones del rendimiento biológico estrechamente correlacionados con el IC y el rendimiento.

Finalmente, se ha comprobado que el IC se correlaciona negativamente con la densidad de población (Shibles y Weber 1966, Buttery 1969; Wilcox 1974; De Loughery y Crookstom 1979). De aquí que Donald y Hamblin (1976).

Fischer y Kertesz (citados por Ozuna, 1980), consideran que la selección y la discriminación de líneas de trigo en generaciones tempranas es dudosa debido a la falta de competencia entre plantas, por lo que puede ser más favorable la medición del IC, cuando la disponibilidad de semilla es limitada y no permite la siembra de parcelas suficientemente grandes ya que encontraron que el índice de cosecha es poco afectado por la densidad de siembra.

#### 2.4. Índice de Cosecha.

Donald y Hamblin (1976), definen al índice de cosecha (IC) de cereales como "la proporción del rendimiento de grano entre el rendimiento biológico". Como se aprecia, el IC es un índice de efectividad que se encuentra estrechamente relacionado con el número y tamaño de hojas, amacollo, número y peso de granos, etc.

Los esfuerzos por determinar índices de eficiencia que permitan conocer la capacidad de un cultivo no son nuevos, ya que han pasado más de 60 años desde que Beaven (citado por Donald y Hamblin, 1976), propuso su "Coeficiente de Migración", el cual lo definió como la proporción de materia seca de la planta madura, excluyendo la raíz, la cual es acumulada en el grano. A pesar de los errores que este coeficiente presentaba, Beaven hizo valiosas aportaciones al notar que este coeficiente es más constante en una variedad que el número de hijos ó el tamaño de panículas, y que aún en ambientes distintos, las variedades mantienen más o menos constante esta proporción, y ya desde entonces lo señaló como un criterio de selección aceptable.

Posteriormente, los esfuerzos por emplear índices de eficiencia al parecer fueron abandonados y el mejoramiento de los cultivos para rendimiento se basó simplemente en la medida de éste caracter. Niciporovic (citado por Donald y Hamblin 1976), hace notar que el éxito en la producción de las cosechas, depende de la explotación efectiva de la fotosíntesis para realizar el máximo rendimiento biológico, ya que si el rendimiento económico es máximo, debe haber una distribución correcta y a tiempo de los productos de la fotosíntesis.

Ahora bien, Donald (1962), hizo notar que existen dos tipos de plantas que pueden resultar altamente rendidoras; unas son aquellas capaces de resistir las enfermedades o bien escapar de la sequía a través de la precocidad; y las segundas son aquellas plantas capaces de realizar una mayor fotosíntesis o bien capaces de transferir mayor parte de su rendimiento biológico hacia el grano. En este mismo estudio Donald concluyó que era más adecuado el término "índice de cosecha", para expresar la proporción de rendimiento de grano y rendimiento biológico sin hacer alusión a características fisiológicas.

Los términos involucrados en el índice de cosecha son: rendimiento biológico, que incluye el peso total de la planta seca aunque por lo general se excluyen las raíces, el rendimiento económico, que es el peso de grano (en el caso de cereales), y el índice de cosecha que se refiere a un factor menor que la unidad y que generalmente queda comprendido de 0 a 0.55 (Donald y Hamblin, 1976), pero algunos investigadores prefieren usar el término índice de cosecha como porcentaje que expresan de 0 a 55%.

En muchas ocasiones los investigadores de cereales prefieren el término relación grano/paja, ó para maíz la proporción grano/rastrojo, teniendo en cuenta que la relación grano/paja puede convertirse fácilmente a IC y viceversa.

A juicio de Donald y Hamblin (1976), hay ventajas en el uso del IC, en primer lugar, porque éste es un valor medible del rendimiento de grano en relación al rendimiento biológico, siendo la determinación del rendimiento biológico una etapa necesaria en la determinación del IC. En segundo lugar, porque los valores tienden a ser más bien lineales que exponenciales en relación al rendimiento de grano. Entonces, si el rendimiento biológico permanece constante, una

Los resultados más positivos del IC como criterio de selección se han encontrado a bajas densidades de población. Donald y Hamblin (1976) señalan que lo descrito por Wiebe (1963): "las plantas más pobres pueden ser seleccionadas más fácilmente que las buenas en una población híbrida, cuando el rendimiento es el criterio de selección", también puede resultar cierto cuando el IC es el criterio para selección en condiciones de baja densidad de población, para después producir a densidades normales de cultivo.

Aunque se requiere más evidencia, parece que el IC puede ser un criterio valioso para la selección en generaciones tempranas entre plantas espaciadas y de aquí se puede predecir el rendimiento a densidades normales de cultivo. Por el contrario, no se puede predecir el rendimiento si las poblaciones segregantes se seleccionan a densidad de siembra normal y para este caso se pueden resultar más útiles los caracteres vegetativos.

Rosselle y Frey (1975), en avena, encontraron que la selección indirecta para rendimiento de grano a través del IC puede tener solamente el 43% de efectividad en relación a la selección directa (usando rendimiento de grano como criterio de selección), aunque también concluyeron, a pesar de su baja eficiencia, que la selección a través del IC puede contribuir al rendimiento, reducción de altura y precocidad y que las líneas seleccionadas sobre un bajo IC pueden ser agrónomicamente superiores a aquellas que son seleccionadas para rendimiento de grano.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Material Genético

Se utilizaron 10 variedades de avena las cuales se describen a continuación.

**NODAWAY:** Es una variedad introducida a México por el INIA en 1959 y registrada en 1962.

**Genealogía:** CI-7272 Columbia x Marion 4 x Victoria 2 x Hajira x Banner x Victory x Hajira 2 x Roxton.

**Descripción.** Hábito juvenil semierecto, de ciclo tardío (más de 120 días a la madurez fisiológica en temporal), con una altura entre 90 y 130 cm <sup>en</sup> de temporal. Sus hojas son de color verde claro, anchas (más de 2.5 cm), glabras y con lígula. Los tallos son medianos a gruesos. La panícula tiene posición equilateral larga con raquis ondulado y de 55 a 65 espiguillas, con dos granos por espiguilla. El grano es amarillo, de tamaño mediano y medio grueso con pocos vellos cortos en el callo y la mayoría sin arista.

Es una variedad susceptible a las royas del tallo (Puccinia graminis avenae) y de la hoja (Puccinia coronata), y también se acama.

Se considera como una buena variedad forrajera, principalmente en el invierno bajo riego, y no se recomienda para la industria por tener alto porcentaje de grano doble. En la actualidad sólo se recomienda para forraje en regiones libres de enfermedades.

SAIA. Es una variedad brasileña, introducida de Minnesóta, E.U.A. en fecha no bien conocida.

Genealogía: M CI-7010

Descripción: M Hábito juvenil semirastrero, de ciclo tardío (130 días a la madurez fisiológica o más), con una altura de 120 a 130 cm en temporal. Sus hojas son de color verde claro, angostas, (menos de 1.5 cm), glabras y con lígula. Los tallos son delgados, amarillos y con 5 nudos. La pánicula es equilateral, mediana, erecta, de 67 a 58 espiguillas con un sólo grano por espiguilla. El grano es de color oscuro, chico, delgado y sin pelos.

Es una variedad resistente a la roya del tallo y de la hoja, moderadamente susceptible a la cenicilla (Erysiphe graminis) y susceptible al acame.

Es recomendada para forraje, de las más rendidoras, ya que supera las 35 ton/ha de forraje verde bajo riego y alcanza hasta mil ochocientos kilogramos de grano por Ha. en buen temporal.

CUAUHEMOC. Se derivó de la cruce entre AB-177 y Putnam 61 fué obtenida por hibridación y selección genealógica, y registrada en 1967. Se originó en los campos del INIA.

Genealogía: AB-177 x Putnam 61 I-15-5R-3R-1C

Descripción: Hábito juvenil semierecto, de ciclo intermedio, requiere de 95 a 120 días a la madurez fisiológica. Su altura varía de 80 a 115 cm en

temporal.

Es una variedad susceptible a la roya del tallo, roya de la hoja y hoja roja (Barley Yellow Dwarf Virus), así como también a la cenicilla y al acame, y es resistente al desgrane.

Se utiliza para grano y forraje y da buena respuesta con humedad adecuada donde no hay presencia de enfermedades; se distingue su grano del de la variedad Chihuahua, porque al desprender la arista queda un punto negro,

GEMA. Se originó de una cruce hecha en Chapingo, Méx., en 1969, se seleccionó en Roque, Gto., y Toluca, México.

Genealogía. I-1169 - 2C - IR - 5M - IR - OC

(Arkansas x No 58 x AB-177 / Curt x Nodaway)

Descripción. Hábito juvenil semierecto, de ciclo intermedio (120 días a la madurez fisiológica en temporal), con una altura de 125 a 160 cm en temporal. Sus hojas son medianas a anchas (de 2.5 cm), glabras y con lígula, de color verde claro. Sus tallos son gruesos de textura mediana y medio fuertes. La panícula equilateral de mediana a larga, raquis erecto, de 44 a 65 espiguillas, con dos granos por espiguilla. El grano es largo y mediano con pocos pelos, de color amarillo claro y de 1.7 cm de longitud.

Es moderadamente susceptible a roya del tallo y roya de la hoja, susceptible a la cenicilla y resistente al acame y al desgrane.

Es una de las mejores variedades para la producción de forraje verde. Para la producción de grano es tardía y susceptible a las royas, presenta alto porcentaje de grano doble y no es buena para la industria.

CHIHUAHUA.. Es una variedad hermana de la variedad Cuauhtémoc, derivada de la cruza entre AB-177 y Putnam 61.

Genealogía. 1-15 - 11C - LR - 2C - AB-177 x Putnam 61.

Descripción. Hábito juvenil semierecto, de ciclo intermedio (de 90 a 115 días hasta la madurez en áreas de temporal), tiene una altura de 70 a 110 cm en estas mismas condiciones. Sus hojas son medianas (de 1.5 a 2.5 cm), glabras y con lígula. El tallo es medio grueso, amarillo y con 5 a 6 nudos. La panícula es equilateral, mediana, de 22 a 29 cm, raquis ondulado, de 50 a 70 espiguillas, con tres granos por espiguilla. El grano mide 1.3 cm de longitud, amarillo, más oscuro que el de Cuauhtémoc, mediano y delgado.

Esta variedad es susceptible a la roya del tallo, roya de la hoja, cenicienta y al acame. Es resistente al desgrane. Su rendimiento en condiciones de temporal varía de 1 200 a 3 000 Kg de grano /ha cuando no hay enfermedades. También es buena productora de forraje.

PARAMO. Se derivó de una cruza hecha en 1968 en Chapingo, México. Seleccionada en Toluca, Méx., y Roque, Gto.

Genealogía. AB-177 - Curt x Curt - Nodaway - AB-177

I - 799 - 4M - 1R - 1M - 3R - CM

Descripción. Hábito juvenil semierecto, de ciclo precoz (de 85 a 110 días a la madurez fisiológica en condiciones de temporal); su altura varía de 80 a 115 cm en las mismas condiciones. Sus hojas son medianas a anchas (de 2.5 cm), glabras, con lígula y de color verde intenso. Sus tallos son medianos a gruesos de textura mediana y fuerte. La panícula es equilateral mediana a larga, de 23.8 a 29 cm, raquis ondulado y de 50 a 78 espiguillas con tres granos por espiguilla. El grano es de color café y de 1.5 cm de longitud, de forma grande y mediana.

Es una variedad moderadamente susceptible a la roya del tallo y a la hoja roja, es susceptible a la roya de la hoja y a la cenicilla, y moderadamente resistente al acame. Es de las más rendidoras, de grano en temporal, cuando el ataque de las royas no llega a ser muy severo. El tamaño del grano le facilita la germinación y es bien aceptado en la industria.

DIAMANTE R-31 Se originó de una cruce hecha en 1970-71 en Roque, Gto. Se seleccionó en Chapingo, Méx., y Zoapila, Tlax.

Genealogía. I-1414 - 5R - 103C - 101R - OZ 1955-A-39-3-2

Curt / Impala / ENA.

Descripción. Hábito juvenil semierecto, de ciclo precoz (requiere de 90 a 112 días para la madurez fisiológica en temporal); su altura en las mismas condiciones varía de 75 a 110 cm, sus hojas son de medianas a angostas con (1.5 cm), glabras, con lígula y de color verde claro. El tallo es delgado, de textura fina y frágiles. La panícula es corta (de 11.2 a 23.5 cm), con dos granos por espiguilla y en posición equilateral. El grano mide 1.2 cm de

longitud, de color gris o amarillo manchado. Su forma es corta y mediana.

Esta variedad es moderadamente resistente a la roya del tallo y moderadamente susceptible a la roya de la hoja, hoja roja y cenicilla, y es moderadamente resistente al acame y al desgrane.

Se utiliza principalmente para la producción de grano y es estable en su rendimiento. Es el tipo de variedad ideal para regiones en donde la roya del tallo causa problemas. No se recomienda para forraje verde, pues hay variedades mejores.

AB-177. Es una variedad introducida por el Programa de Avena del INIA.

Genealogía. CI-7149 (SL-LH\_Min x H-J.

Descripción.- Hábito juvenil semirastrero, de ciclo intermedio (125 días a la madurez en temporal), su altura va de 75 a 120 cm en temporal. Sus hojas tienen láminas de medianas a anchas (de 2.5 cm), glabras y con lígula, de color verde claro. Su tallo es mediano, de textura media y medio fuertes. Su panícula es equilateral, mediana de 17 a 21 cm, raquis ondulado, de 15 a 37 espiguillas con dos granos por espiguilla. El grano es café, con 1.4 cm de longitud, grueso y sin vellos.

Es una variedad susceptible a la roya del tallo, roya de la hoja, hoja roja, acame y al desgrane. Es buena productora de forraje verde, y su rendimiento de grano en condiciones de temporal fluctúa entre 1 500 y 2 000 Kg. por Ha.

OPALO. Es una variedad obtenida de una cruce hecha en la U. de Minnesota, E.U.A. Fué traída a México a principios de los sesentas.

Genealogía. CI-7399 (Bond x Raibow 2 x Hajira x Jeanete 3) x Landherfor 4 x Andrew.

Descripción. Hábito juvenil semierecto, de ciclo intermedio (115 a 125 días a la madurez fisiológica en temporal), con una altura de 75 a 115 cm en temporal. Sus hojas son de color verde claro, de angostas a medianas, glabras y con lígula. Los tallos son delgados. La panícula es equilateral, mediana de 19.8 a 26.4 cm, raquis erecto, de 55 a 73 espiguillas con dos granos por es piguilla. El grano es angosto de 1.4 cm de longitud.

Es una variedad susceptible a la roya del tallo, roya de la hoja, hoja ro ja, cenicilla y acame pero es resistente al desgrane.

Su uso es principalmente para forraje, ya que su grano es delgado y muy pesado, por lo cual no es bueno para la industrialización.

TULANCINGO. Es una variedad originada de una cruce hecha en Chapingo en 1972. Fué registrada en 1979.

Genealogía. I-1858 - A - 8M - 5R - 1C - 02.

Descripción. Hábito juvenil semierecto, de ciclo precoz (de 90 a 112 días a la madurez en temporal), con una altura que varía de 75 a 110 cm, en condiciones de temporal. Sus hojas son de color verde claro, de 1.5 cm,

glabras y con lígula. El tallo es delgado de textura fina. La panícula es equilateral, mediana, de 18.3 a 28 cm, raquis erecto, de 37 a 68 espiguillas con dos granos por espiguilla. El grano es delgado y mediano con pocos vellos, de color amarillo claro.

Esta es una variedad moderadamente resistente a roya del tallo, roya de la hoja, cenicilla, acame y desgrane. Es susceptible a la hoja roja.

Es una variedad muy parecida a Diamante R-31, en rendimiento la supera por más de 400 Kg de grano por Ha. Su utilización es para grano y resulta buena para la industria.

### 3.2. Labores Culturales

Preparación del terreno. La preparación del terreno (barbecho, rastreo, nivelación y surcado), se llevó a cabo en los meses de mayo y junio.

Siembra. La siembra se realizó el 25 de junio de 1983. Las semillas se depositaron a chorrillo.

Fertilización. La fórmula de fertilización empleada fué de 80-40-00, aplicada con fertilizadora al momento de la siembra. Como fuente de Nitrógeno se tuvo al Sulfato de Amonio con una concentración de 20.5%, por lo que la cantidad de material empleado fué de 390.2 Kg/Ha, equivalente a 0.296 Kg por parcela experimental.

La fuente de Fósforo fué el Superfosfato de Calcio Triple al 46%, utilizándose 86.95 Kg/Ha ó 0.0652 Kg por parcela experimental.

Control de malezas. Para el control de malezas se hicieron aplicaciones preemergente y post-emergente. La primera se realizó el 28 de junio con "Dinitro", a dosis de tres l/Ha en 200 l de agua.

La aplicación post-emergente se hizo el 28 de julio, cuando las plantas estaban amacollando, para el control de malezas de hoja ancha (Duraznillo, Solanum rostratum, Dun. Trébol; Medicago Spp. Agrito; Oxalis Sp. etc), con "Hierbamina" al 49% de 2-4 D de ingrediente activo a una dosis de 1.5 l/Ha en 200 l de agua. Ambas aplicaciones se hicieron con áspersora de mochila de 18 l de capacidad.

Control de plagas y enfermedades. Para la prevención de enfermedades se aplicó "Maneb" los días: 20 de agosto, 30 de agosto, 10 de septiembre, 20 de septiembre y 30 de septiembre, con dosis de 30 g de fungicida por bomba de 18 l, es decir 500 g por Ha.

El combate de plagas (principalmente pulgon; Acyrtosiphon dirhodum Wek y gusano soldado; Pseudaletia unipuncta), se realizó con una mezcla de "Folimat" y "Lannate", con dosis de 30 cc de "Folimat" y 30 gr de "Lannate" por bomba. Aproximadamente 1/2 kg de cada producto por Ha. La aplicación se efectuó el 10 de septiembre.

### 3.3 Evaluación.

#### Diseño Experimental.

El diseño experimental empleado fué un factorial en bloques completos al azar con 30 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se formaron de la siguiente manera:

---

#### VARIEDADES

---

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| 1.- Cuauhtémoc | 6.- Páramo        |
| 2.- SAIA       | 7.- Diamante R-31 |
| 3.- Nodaway    | 8.- AB-177        |
| 4.- Gema       | 9.- Opalo         |
| 5.- Chihuahua  | 10.- Tulancingo   |

---

 DENSIDADES
 

---

1.- 70 Kg/Ha

2.- 90 Kg/Ha

3.-110 Kg/Ha

---

 TRATAMIENTOS
 

---

1.- Var 1 Dens 1	11.- Var 4 Dens 2	21.- Var 7 Dens 3
2.- Var 1 Dens 2	12.- Var 4 Dens 3	22.- Var 8 Dens 1
3.- Var 1 Dens 3	13.- Var 5 Dens 1	23.- Var 8 Dens 2
4.- Var 2 Dens 1	14.- Var 5 Dens 2	24.- Var 8 Dens 3
5.- Var 2 Dens 2	15.- Var 5 Dens 3	25.- Var 9 Dens 1
6.- Var 2 Dens 3	16.- Var 6 Dens 1	26.- Var 9 Dens 2
7.- Var 3 Dens 1	17.- Var 6 Dens 2	27.- Var 9 Dens 3
8.- Var 3 Dens 2	18.- Var 6 Dens 3	28.- Var 10 Dens 1
9.- Var 3 Dens 3	19.- Var 7 Dens 1	29.- Var 10 Dens 2
10.- Var 4 Dens 1	20.- Var 7 Dens 2	30.- Var 10 Dens 3

---

Al sortear los tratamientos quedaron distribuidos sobre los bloques como se puede observar en el Cuadro 1.

Situación del experimento.

El experimento se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Valle de México (CAEVAMEX), perteneciente al Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAIMEC), del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

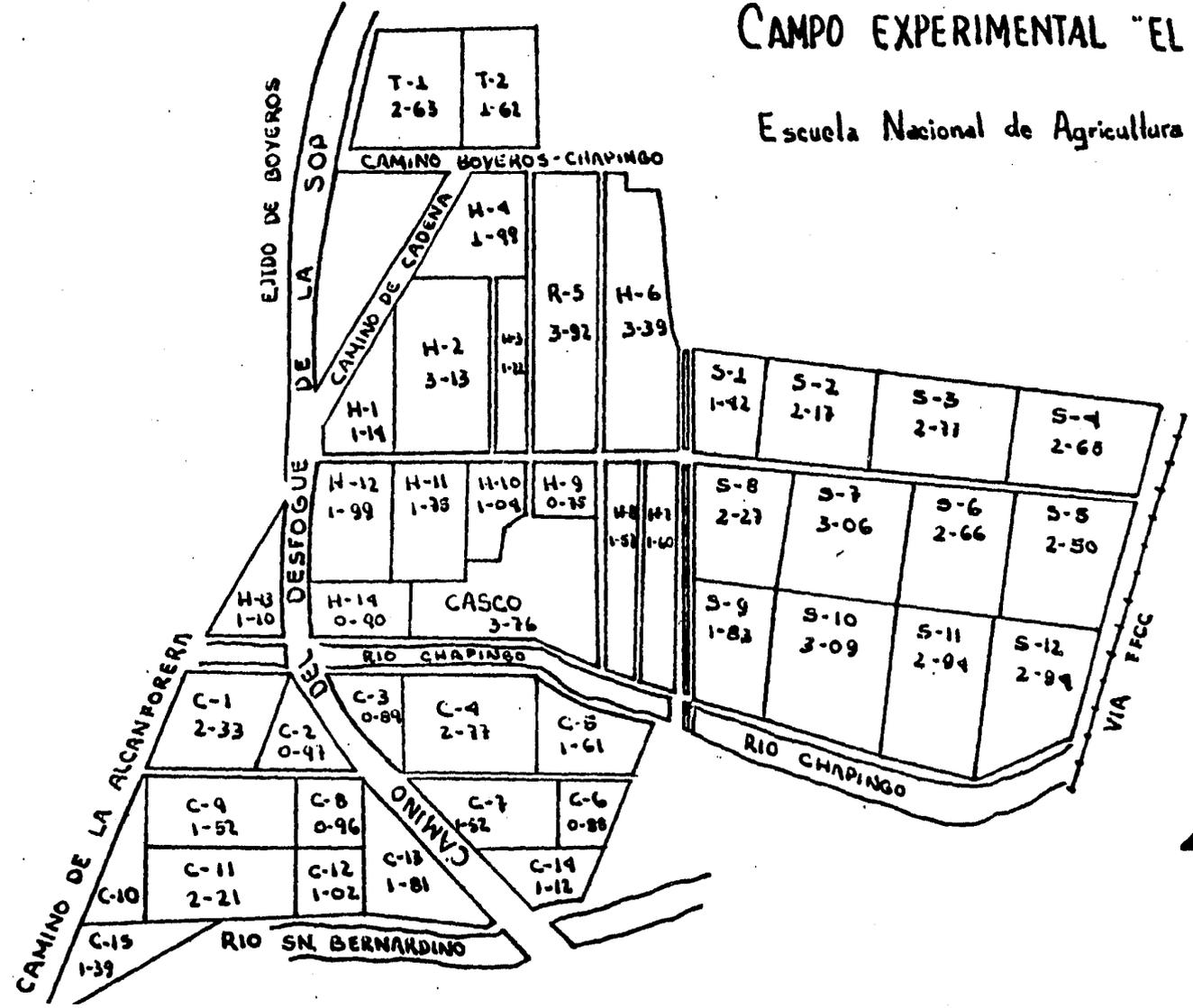
TABLA 1.- Distribución de los tratamientos sobre los bloques y las parcelas.

Bloque I		Bloque II		Bloque III	
Parcela	Tratam.	Parcela	Tratam	Parcela	Tratam
1	- 20	60	- 14	61	- 17
2	- 8	59	- 11	62	- 9
3	- 18	58	- 13	63	- 28
4	- 15	57	- 16	64	- 20
5	- 28	56	- 28	65	- 4
6	- 7	55	- 1	66	- 16
7	- 23	54	- 3	67	- 15
8	- 16	53	- 9	68	- 5
9	- 25	52	- 27	69	- 8
10	- 27	51	- 25	70	- 22
11	- 11	50	- 8	71	- 25
12	- 19	49	- 24	72	- 7
13	- 2	48	- 4	73	- 4
14	- 9	47	- 5	74	- 3
15	- 4	46	- 12	75	- 13
16	- 3	45	- 23	76	- 30
17	- 5	44	- 26	77	- 19
18	- 1	43	- 30	78	- 26
19	- 12	42	- 7	79	- 10
20	- 14	41	- 22	80	- 2
21	- 22	40	- 18	81	- 24
22	- 21	39	- 10	82	- 18

Bloque I	Bloque II	Bloque III
Parcela Tratam.	Parcela Tratam	Parcela Tratam
23 - 21	38 - 20	83 - 21
24 - 24	37 - 21	84 - 14
25 - 10	36 - 2	85 - 29
26 - 3	35 - 15	86 - 23
27 - 6	34 - 6	87 - 27
28 - 26	33 - 17	88 - 12
29 - 17	32 - 29	89 - 1
30 - 29	31 - 19	90 - 6

# CAMPO EXPERIMENTAL "EL HORNO"

Escuela Nacional de Agricultura



Número de espiguillas por panícula (NEP). Se contó el número promedio de espiguillas por panícula.

Peso de 1 000 granos (PO). Se contaron 1 000 granos al azar de cada variedad y se pesaron.

Rendimiento económico (RE). Peso del grano.

Rendimiento biológico (RB). Peso del grano y la paja.

Además se calcularon los siguientes datos:

Etapas de llenado de grano (ELLG). Es el número de días desde la floración hasta la madurez fisiológica.

Índice de cosecha (IC).

Eficiencia de la producción (EP). Es el rendimiento económico entre los días a madurez fisiológica.

Determinación del índice de cosecha.

Se cortaron las plantas a raz del suelo, se secaron al aire y se pesaron (el grano y la paja), posteriormente se trillaron y se determinó el peso de grano. El rendimiento económico (peso de grano) se dividió entre el peso total de las plantas más el grano, y el resultado obtenido fué el índice de cosecha.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico constó de tres partes: análisis de varianza de bloques y del factorial, prueba de medias y correlaciones entre variables.

1. Análisis de varianza. El análisis de varianza para cada variable se utilizó para determinar las diferencias entre bloques, tratamientos, variedades, densidades y la interacción variedad por densidad.

Este análisis de varianza se llevó a cabo como experimento factorial, ya que éste es útil cuando se quieren estudiar varios efectos actuando simultáneamente (en este caso variedad y densidad). Consistió en probar diez variedades ensayando tres densidades de siembra en cada una de ellas, de esta manera se pueden deducir las posibles relaciones entre los factores y estimar su efecto sobre el rendimiento del cultivo.

Anterior a éste análisis se realizó el análisis de varianza para tratamiento correspondiente al diseño de bloques completos al azar el cual tuvo como modelo:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

$Y_{ij}$  = valor fenotípico de la variable estudiada.

$U$  = efecto general

$B_i$  = efecto de la repetición  $i$

$T_j$  = efecto del tratamiento  $j$

$e_{ij}$  = efecto del error

Para el análisis factorial se utilizó el modelo:

$$Y_{ijk} = U + R_i + V_j + D_k + (VD)_{jk} + e_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, r =$  repetición

$j = 1, 2, \dots, v =$  variedad

$k = 1, 2, \dots, d =$  densidad

Donde:

$Y_{ijk}$  = valor fenotípico de la variable estudiada

$U$  = media general

$R_i$  = efecto de la repetición

$V_j$  = efecto de la variedad

$D_k$  = efecto de la densidad de siembra

$(VD)_{jk}$  = efecto de la interacción variedad por densidad

$e_{ijk}$  = efecto del error

Para cada una de las variables se efectuaron ambos análisis.

## 2. Prueba de medias

Prueba de medias por el método de Duncan al 0.05 se obtuvo para todas las variables.

## 3. Correlaciones

Se calcularon los coeficientes de correlación para las 11 variables.

## Condiciones climáticas.

El CAEVAMEX está situado en el Valle de México, antiguo vaso del Lago de Texcoco. Tiene una precipitación media anual de 664.8 mm y una temperatura media de 15°C. Presenta un clima C (w<sub>0</sub>) (W) b (i') g, templado subhúmedo con lluvias en verano, es el más seco de los subhúmedos, con poca oscilación térmica (entre 5 y 7°C), con el mes más caliente antes del solsticio de verano (según la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García).

Para el ciclo en el cual se estableció el experimento (primavera-verano de 1963), las condiciones climáticas fueron las siguientes:

Mes	Precipitación mm	Temp. Media °C	Humedad Rel. %
Mayo	15.5	22.9	44
Junio	93.6	21.7	50
Julio	115.7	18.4	73
Agosto	121.7	18.3	69
Septiembre	83.4	17.5	76
Octubre	30.8	17.1	62

De acuerdo a los datos anteriores se puede observar que los requerimientos de agua y temperatura fueron satisfactorios para el desarrollo del cultivo, ya que no se presentaron períodos de sequía ni tampoco heladas. Aunque estas mismas condiciones (verano caluroso, lluvias abundantes y alta humedad relativa), también fueron favorables para las royas, principalmente del tallo (Puccinia graminis avenae), pero como medida preventiva se hicieron aplicaciones de fungicidas.

### Condiciones edáficas.

Los suelos de ésta zona son profundos, con estratos superficiales migajones-arenosos o francos, pardo amarillentos y un estrato subyacente de textura migajon arenosa, pardo amarillenta y consistencia suelta.

Las capas del perfil típico son:

0 a 73 cm pardo amarillento oscuro, franco, consistencia blanda.

73 a 144 cm pardo oscuro, franco, consistencia blanda.

144 a 160 cm pardo amarillento, migajon arenoso, consistencia suelta y generalmente siempre húmedo.

Estos suelos tienen una capacidad de retención de humedad media, son ligeramente alcalinos ó alcalinos y con contenidos medios de materia orgánica. Los suelos de esta serie se encuentran en las partes planas con pendientes muy ligeras.

Estos suelos dan buenas producciones con riegos de auxilio y en ellos son de esperarse respuesta satisfactoria a las aplicaciones de fertilizantes y/o materia orgánica.

## 4 . RESULTADOS .

### 4.1 Análisis de Varianza.

En el cuadro 2 se presentan los cuadrados medios y los valores de F correspondientes a los análisis de varianza realizados en los caracteres estudiados. Se puede observar que para la variable días a floración se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre variedades, y diferencias significativas para densidad, no habiendo diferencias significativas para repeticiones y para la interacción variedad por densidad.

Para etapa de llenado de grano no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las fuentes de variación y solo hubo significancia con repeticiones y variedades, siendo el resto (tratamientos, densidad e interacción variedad por densidad), no significativas.

En altura de planta se observan diferencias altamente significativas para tratamientos y variedades y no significativas para repeticiones, densidad y la interacción variedad por densidad.

El carácter panículas/m<sup>2</sup> solo muestra diferencias altamente significativas para variedades, y el resto de las fuentes de variación resultaron no significativas.

En el número de espiguillas por panícula se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos y variedades, significativas para repeticiones y no significativas para densidad y la interacción variedad por densidad.

Para peso de mil granos las diferencias debidas a tratamientos y variedades fueron altamente significativas, y en repeticiones, densidad e interacción variedad por densidad fueron no significativas.

Los caracteres rendimiento económico, índice de cosecha y eficiencia de la producción muestran diferencias altamente significativas para tratamientos y variedad, mientras que para repeticiones, densidad e interacción variedad por densidad fueron no significativas.

En el análisis de varianza del rendimiento biológico se encontraron diferencias significativas en la interacción variedad por densidad, altamente significativa en variedades y tratamientos y no significativas para repeticiones y densidad.

En resumen, de los análisis de varianza practicados a los once caracteres se encontraron diferencias altamente significativas en todos los casos a excepción de etapa de llenado de grano, en donde sólo fue significativa. Para tratamientos, en forma similar se obtuvieron diferencias altamente significativas para todos los caracteres menos para etapa de llenado de grano y panículas /  $M^2$ , en donde las diferencias fueron no significativas.

En el caso de repeticiones hubo diferencias significativas para días a madurez fisiológica, etapa de llenado de grano y número de espiguillas por panícula, y en el resto de los caracteres estas diferencias fueron no significativas. El efecto de densidad no mostró diferencias para ninguno de los caracteres, excepto para días a floración.

11 caracteres estudiados.

F.V.	F	M	E	AP	P/N <sup>2</sup>	NEP	PO	RE	RB	IC	EP
Tratamiento	63.82	8.77	1.16	8.02	1.5	8.54	14.6	2.65	2.79	3.5	2.77
	+	+	ns	+	ns	+	+	+	+	+	+
Bloques	0.83	3.24	4.68	1.68	0.10	3.68	3.03	0.36	0.38	1.3	0.33
	ns	+	+	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns
Variedad	2.17	28.3	2.05	25.7	3.72	27.4	48.4	5.64	5.59	10.1	5.86
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Densidad	3.4	0.60	0.16	0.76	0.31	0.24	1.02	2.87	1.0	1.17	2.86
	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Var x Dens	0.93	0.49	0.44	0.67	0.69	0.57	0.51	1.39	1.86	0.81	1.48
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns
CME	1.921	11.62	12.15	114.4	806.4	201.8	9.68	863006	4032327	0.003	66.6

+ Significativo al 5%

++ Significativo al 1%

ns No significativo

as diferencias en cuanto a la interacción variedad por densidad resultaron no significativas para todos los caracteres con excepción de rendimiento biológico.

De acuerdo a estos resultados se puede señalar que el diseño utilizado fué adecuado y que el efecto de variedad es el determinante para producir las diferencias entre los tratamientos y el efecto de las repeticiones, la densidad y la interacción variedad por densidad no fueron determinantes para establecer diferencias entre los tratamientos.

#### 4.2. Comparación de medias.

Debido a que el análisis de varianza mostró que la diferencia principal fué debida al efecto de variedad, la comparación de medias para cada variedad incluidas las tres densidades de siembra, se presenta en el cuadro 2.

Las columnas de días a floración y días a madurez fisiológica proponen un comportamiento esperado de las variedades, ya que en ambas columnas las medias más altas son para las dos variedades tardías, SAIA y Nodaway, seguidas por las medias de las variedades de ciclo intermedio: Cuahtémoc, Gema, AB-177, Chihuahua y Opalo; y por último las tres variedades precoces: Páramo, Diamante R-31 y Tulancingo. Aunque es notable que no hubo diferencias significativas entre algunas variedades, sobre todo en cuanto a días a madurez fisiológica; ya que la variedad tardía Nodaway tuvo una media estadísticamente igual que la de las variedades del mismo ciclo intermedio como Opalo y Gema. En cambio variedades del mismo ciclo fueron estadísticamente diferentes, por ejemplo Opalo y Chihuahua.

En cuanto a la etapa de llenado de grano hubo muy poca diferencia estadística entre las variedades, ya que de hecho solamente dos (Nodaway y AB-177), fueron diferentes e inferiores al resto.

Respecto a la altura de la planta, las variedades SAIA y Nodaway tuvieron una altura superior al resto, siguiéndole las variedades Opalo, Cuauhtémoc, Chihuahua y AB-177, y por último Páramo, Diamante R-31 y Tulancingo.

En el número de panículas  $m^2$ , aunque tuvo un rango amplio de variación (195 a 136), se puede considerar que hubo sólo dos grupos significativamente diferentes, el primero en el cual se consideró a las medias más altas estuvo formado por las variedades SAIA, Opalo, Nodaway y AB-177; el segundo grupo se formó por Chihuahua, Gema, Cuauhtémoc, Tulancingo, Páramo y Diamante R-31.

El otro carácter donde las medias más altas correspondieron a las variedades tardías, seguidas de las intermedias y al final las variedades precoces, fue el número de espiguillas por panícula, ya que la media más alta (108) fué de la variedad SAIA, seguida por Nodaway (49), que comparativamente representan una gran diferencia. Las medias más bajas fueron para las tres variedades precoces, siendo el valor más bajo de 20 espiguillas por panícula, para Páramo.

Las medias correspondientes a peso de 1000 granos fueron totalmente opuestas en su comportamiento a los caracteres anteriores, ya que la media más alta correspondió a la variedad Páramo (la cual ocupó el último lugar en el número de espiguillas por panícula), con 42 g., después le siguió Gema y las demás variedades que no fueron significativamente diferentes (Tulancingo, AB-177, Diamante R-31, Cuauhtémoc, Nodaway y Chihuahua).

En el cuadro 4 se presentan las medias del rendimiento económico, y se observa que las ocho más altas no fueron significativamente diferentes entre sí, no obstante que la variación fué de 3,777 Kg/Ha para la más alta (Chihuahua) a 2,838 Kg/Ha para la media más baja (Páramo) de éste grupo; siendo las variedades menos rendidoras Diamante R-31 y SAIA.

Las medias del rendimiento biológico se muestran en el cuadro 4 donde se observa una mayor variabilidad (4,765 Kg/Ha), lo cual determinó diferencia significativa entre las variedades, siendo la de más alto rendimiento biológico Nodaway (11,703 Kg/Ha), y la de menor rendimiento Diamante R-31 (6,938 Kg/Ha).

Las medias del índice de cosecha (cuadro 4), van de 0.35 para la variedad Gema, y muy cercanas a ésta las medias de las variedades Cuauhtémoc, Tulancingo, Chihuahua y Páramo (0.34, 0.34, 0.33, y 0.32 respectivamente). En el otro extremo se encontró la variedad SAIA con el más bajo índice de cosecha (0.15) situándose en una posición intermedia las variedades AB-177, Opalo, Diamante R-31 y Nodaway.

El cuadro 5, muestra las medias correspondientes a la eficiencia de la producción, encontrándose resultados muy parecidos a los de rendimiento económico, en donde la variedad Chihuahua obtuvo la media más alta encabezando un grupo de ocho variedades que no presentaron diferencias significativas y las otras dos variedades fueron Diamante R-31 y SAIA con las medias más bajas.

La comparación de medias por efecto de densidad aparece en el cuadro 6, donde se puede observar que en sólo tres caracteres (F, RE y EP) las medias

Por variedad para algunos de los caracteres estudiados.

VARIEDAD	F	M	E	AP	P/M <sup>2</sup>	NEP	PO
CUAUHTEMOC	60 e	116 cd	55 a	114 b	150 be	40 bc	34 c
SAIA	76 a	130 a	54 ab	136 a	195 a	108 a	17 e
NODAWAY	68 b	120 b	52 b	140 a	169 ab	49 b	33 c
GEMA	63 d	119 bc	56 a	134 a	152 bc	42 be	39 b
CHIHUAHUA	59 e	115 d	55 ab	107 bcd	155 bc	34 cd	33 c
PARAMO	54 g	111 e	56 a	96 e	137 e	20 d	42 a
DIAMANTE R-31	54 g	110 e	55 a	93 e	136 c	24 d	34 c
AB-177	65 c	117 cd	52 b	103 de	168 ab	34 cd	34 c
OPALO	66 c	120 b	53 ab	123 bd	173 ab	44 bc	24 d
TULANCINGO	57 f	110 e	52 ab	96 4	146 bc	30 d	35 c

NOTA: Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

resultaron significativamente diferentes. En la columna días a floración se observa que la diferencia no es apreciable en términos reales ya que para las tres densidades la diferencia máxima es cercana a un día, por lo que el resultado debe tomarse con ciertas reservas.

Al comparar las medias de las tres densidades (70,90 y 110 Kg/Ha), para el carácter RE se observa que sí hay diferencia estadística significativa entre la densidad 1 y las densidades 2 y 3 la cual se expresa en más de 500 Kg/Ha. Lo mismo ocurre para eficiencia de la producción, en donde también resultan significativa la diferencia entre la media de la densidad 1 (28) y la de las densidades 2 y 3 (23 y 24).

El comportamiento de cada una de las variedades en su IC respecto a las densidades empleadas se muestra en el cuadro 7, en el cual puede apreciarse que Cuauhtémoc y Nodaway presentaron un mayor IC a 70 y 110 Kg/Ha, mientras que para la densidad intermedia hubo una disminución de 0.04 y 0.03 respecto a las otras.

Para Gema y AB-177 se observó que el valor más alto para el IC fué el correspondiente a la densidad más alta, por el contrario para Chihuahua, Páramo, Diamante y Tulancingo el valor de IC más alto correspondió a la menor densidad.

En el único caso en donde la media más alta para IC correspondió a la densidad intermedia fué para la variedad Opalo que a 90 Kg/Ha tuvo un IC de 0.33.

CUADRO 4. Comparación de medias por la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para rendimiento económico, biológico e índice de cosecha.

VARIEDAD	UNIDADES MEDIA RE	UNIDADES MEDIA RB	UNIDADES MEDIA IC
CHIHUAHUA	3 777 a	11 420 a	0.3318 abc
GEMA	3 578 a	10 160 ab	0.3508 a
CUAUHTEMOC	3 486 a	10 099 ab	0.3436 ab
OPALO	2 886 a	9 914 abc	0.2964 abcd
AB-177	3 386 a	11 506 a	0.2850 bcd
TULANCINGO	3 256 a	7 296 cd	0.3420 ab
NODAWAY	2 892 a	11 704 a	0.2472 d
PARAHO	2 38 a	8 605 bcd	0.3240 abc
DIAMANTE R-31	1 904 b	6 938 d	0.2472 cd
SAIA	1 498 b	9 839 d	0.1507 e

CUADRO 5. Comparación de medias por la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para eficiencia de la producción.

VARIEDAD	UNIDADES MEDIA
CHIHUAHUA	32.68 a
CUAUHTEMOC	30.22 a
GEMA	29.94 a
TULANCINGO	29.60 a
AB-177	28.85 a
PARAMO	25.55 ab
NODAWAY	24.10 ab
OPALO	24.05 ab
DIAMANTE R-31	17.31 bc
SAIA	11.52 c

CUADRO 6. Comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0.05$ )  
para efectos de densidad en los 11 caracteres estudiados.

DENSIDAD	F	M	E	AP	P/M <sup>2</sup>	NEP	PO	RE	RB	IC	EP
70 Kg/Ha	62.9 a	117.1 a	54.2 a	116 a	160 aa	41 a	33 a	3281 a	10 204 a	0.30 a	28 a
90 Kg/Ha	62.2 b	117.2	54.6 a	113 a	155 a	44 a	32 a	2775 a	9752 a	0.28 a	23 b
110 Kg/Ha	62.0 b	116.3 a	54.2 a	113 a	159 a	43 a	33 a	2794 b	9478 a	0.29 a	24 b

NOTA: Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

CUADRO 7. Medias de índice de cosecha para cada variedad en cada una de las tres densidades de siembra.

VARIEDAD	DENSIDAD	MEDIA	VARIEDAD	DENSIDAD	MEDIA
Cuauhtémoc	70 Kg/Ha	0.35	Páramo	70 Kg/Ha	0.35
Cuauhtémoc	90 Kg/Ha	0.31	Páramo	90 Kg/Ha	0.31
Cuauhtémoc	110 Kg/Ha	0.35	Páramo	110 Kg/Ha	0.30
SAIA	70 Kg/Ha	0.14	Diamante	70 Kg/Ha	0.36
SATA	90 Kg/Ha	0.15	Diamante	90 Kg/Ha	0.23
SAIA	110 Kg/Ha	0.15	Diamante	110 Kg/Ha	0.24
Nodaway	70 Kg/Ha	0.25	AB-177	70 Kg/Ha	0.26
Nodaway	90 Kg/Ha	0.22	AB-177	90 Kg/Ha	0.28
Nodaway	100 Kg/Ha	0.25	AB-177	110 Kg/Ha	0.31
Gema	70 Kg/Ha	0.34	Opalo	70 Kg/Ha	0.28
Gema	90 Kg/Ha	0.34	Opalo	90 Kg/Ha	0.33
Gema	110 Kg/Ha	0.35	Opalo	110 Kg/Ha	0.27
Chihuahua	70 Kg/Ha	0.34	Tulancingo	70 Kg/Ha	0.35
Chihuahua	90 Kg/Ha	0.32	Tulancingo	90 Kg/Ha	0.33
Chihuahua	110 Kg/Ha	0.32	Tulancingo	110 Kg/Ha	0.33

### 4.3 Correlaciones

Los coeficientes de correlación de los caracteres estudiados se presentan en el cuadro 8. Se puede observar que el IC está correlacionado negativamente y con alta significancia con F, M, AP y NEP y se correlaciona positiva y significativamente con PO y EP y no se correlaciona con RB.

Por otra parte el PO se correlacionó negativamente con F, M, AP,  $P/M^2$  y NEP, mientras que con RE, IC y EP existe correlación positiva y con alta significancia.

El RE no mostró correlación con PO, IC y EP pero en cambio hay correlación negativa y altamente significativa con F y NEP, y no muestra correlación con M, E, AP y  $P/M^2$ .

El RE estuvo correlacionado positivamente con PO, RB, IC y EP; negativamente con F y NEP y no mostró correlación con M, E, AP, y  $P/M^2$ .

El coeficiente de correlación más alto que se encontró fué para EP y RE con un valor de 0.99.

El número de espiquillas por panícula se correlacionó positivamente con F, M, AP y  $P/M^2$ ; con los dos primeros caracteres esta correlación fué alta (0.75 para ambos).

El carácter menos correlacionado resultó ser la etapa de llenado de grano (L), que solamente estuvo correlacionado positivamente con M y negativamente

con F.

La correlación negativa más alta fué para PO y F (-0.70). Asimismo, F muestra alta correlación positiva con M, AP,  $P/M^2$ , NEP y RB (0.83, 0.69, 0.54, y 0.34 respectivamente).

	M	E	AP	P/M <sup>2</sup>	NEP	PO	RE	RB	IC	EP
F	0.8352	-0.280	0.694	0.547	0.751	-0.701	-0.140	0.346	-0.510	-0.212
	++	++	++	++	++	++	ns	++	++	+
M	--	0.270	0.699	0.476	0.74	-0.667	-0.185	0.354	-0.566	-0.285
		++	++	++	++	++	ns	++	++	++
E		--	0.011	-0.089	0.019	0.045	-0.080	0.025	-0.115	-0.126
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AP			--	0.408	0.607	-0.382	0.133	0.552	-0.292	0.053
				++	++	++	ns	++	++	ns
P/M <sup>2</sup>				--	0.459	-0.451	0.116	0.323	-0.213	0.079
					++	++	ns	++	-	ns
NEP					--	-0.727	-0.277	0.169	-0.577	-0.328
						++	++	ns	++	++
PO						--	0.366	0.054	0.603	0.404
							++	ns	++	++
RE							--	0.585	0.581	0.992
								++	++	++
RB								--	-0.101	0.523
									ns	++
IC									--	0.617

ns.- No significativo  
 ++.- Significativo al 1%  
 +.- Significativo al 5%

## 5. DISCUSION

Los análisis de varianza practicados a cada uno de los once caracteres estudiados, mostraron en todos los casos que el efecto más importante para establecer diferencias entre tratamientos fué debido a variedades, ya que para este se encontraron diferencias altamente significativas (cuadro 2).

Lo anterior muestra que las variedades fueron diferentes entre sí y que por lo tanto era de esperarse una respuesta diferencial al compararlas.

Esto se observa más marcado si consideramos un ciclo biológico (precoz, intermedio y tardío), ya que el comportamiento se dió de acuerdo a lo esperado, en el sentido de que las variedades tardías tienen, en general, un mayor rendimiento biológico por lo tanto su uso es principalmente para forraje, mientras que las variedades intermedias y precoces son usados principalmente para la producción de grano.

Las otras fuentes de variación (bloques, densidad e interacción variedad por densidad) no mostraron una influencia significativa. Los bloques posiblemente por la homogeneidad del terreno y porque el experimento fué conducido aceptablemente. La densidad de siembra tal vez porque no se empleó un rango muy amplio o bien porque no afecta de una manera decisiva a los caracteres estudiados y la interacción variedad por densidad porque el efecto de variedad fué independiente del de densidad. Lo cual viene a corroborar más que la densidad de siembra no afecta de una manera determinante a cada uno de los caracteres estudiados y que cada variedad va a conservar sus características independiente de la densidad de siembra a la que se utilice.

El efecto de bloques se manifestó en tres caracteres (días a madurez fisiológica, etapa de llenado de grano y número de espiguillas por panícula), sin embargo dentro de cada variedad no hubo diferencias para estos caracteres; lo cual significa que este resultado contempla todos los datos de las diez variedades y en conjunto dan diferencias entre bloques.

La densidad de siembra no tuvo efecto sobre diez de los caracteres estudiados solo en días a floración se encontró diferencia significativa, sin embargo posteriormente (cuadro 6) se observa que esta diferencia solo es estadística, ya que para las tres densidades el valor medio de la floración fueron 62 días. En este caso lo que sucedió es que el rango de diferencia fué menor a un día y las divisiones estuvieron dadas en décimas de día y al haber diferencia de 8 décimas de día entre las densidades estadísticamente resultaron diferentes dichas densidades para este carácter.

Uno de los posibles factores que influyó para no encontrar diferencias entre los caracteres, pudo ser el rango de densidades que es muy estrecho y por lo tanto para determinar su influencia debió utilizarse un mayor rango ya que según Donald y Hamblin (1976), algunos caracteres como índice de cosecha, rendimiento económico y rendimiento biológico se ven afectados en sus valores a diferentes densidades de siembra. Sin embargo dado el poder compensatorio que tienen los cereales, algunos componentes del rendimiento se mantuvieron estables como en el caso del número de panículas/m<sup>2</sup>, el cual no fué afectado por la densidad de siembra, esto porque como se sabe al haber menor densidad de población las plantas amacollan más, lo mismo ocurrió con el número de espiguillas por panícula y el peso de mil granos, lo cual explica porque el rendimiento económico y el IC se mantuvieron más o menos estables en las tres densidades

de siembra empleadas.

Además también se ha encontrado que el índice de cosecha no siempre se ve afectado por la densidad de siembra y así lo señalan Fischer y Kertesz (1976), e inclusive dichos autores lo recomiendan en trigo para seleccionar plantas en generaciones tempranas, debido precisamente a la capacidad de las plantas de mantener su IC a densidades de siembra altas y bajas. Por lo tanto con las variedades de avena de Valles Altos que se utilizan actualmente en nuestro país puede ocurrir lo mismo, por lo menos en el rango de densidad de siembra estudiado que es el que actualmente se utiliza en los programas de mejoramiento, y en este caso este hecho viene a reforzar la idea de que el índice de cosecha es un buen criterio para la selección de material genético.

La comparación de medias por variedad mostró que las medias más altas para días a floración, días a madurez fisiológica, etapa de llenado de grano, altura de planta, panículas/M<sup>2</sup> y número de espiguillas por panícula fueron para las variedades tardías lo cual se explica porque los genotipos tardíos tienden a una compensación más temprana del rendimiento con la producción de macollos en un rango que es determinado por la radiación solar incidente posterior al inicio de la inflorescencia como lo señalan Evans y Hardlaw, 1976., por lo tanto al alargar su ciclo y sobre todo la etapa de llenado de grano, estas variedades van a producir más macollos, y va a haber mayor número de panículas/M<sup>2</sup>; mientras que las variedades intermedias y precoces van a tener un número más reducido (cuadro 3).

Sin embargo, es notable como en los caracteres económica y agronomicamente más importantes, como son peso de mil granos, rendimiento económico,

rendimiento biológico, índice de cosecha y eficiencia de la producción, la variedad tardía SAIA pasa a ocupar los últimos lugares, lo cual se explica porque un ciclo vegetativo largo está relacionado con una mayor altura de planta, mayor número de macollos, mayor número de panículas/M<sup>2</sup> y mayor número de espiguillas por panícula, pero en una proporción inversa disminuye el peso de los granos.

El peso medio de mil granos más alto, fué para la variedad precoz Páramo con un valor de 42 gramos, este valor fué muy superior al obtenido para SAIA con un valor de 17 gramos, lo cual es fácilmente comprensible por las características de cada variedad ya que mientras Páramo presenta un grano grande (largo y grueso), SAIA se caracteriza porque su grano es muy delgado, lo cual le da un peso por grano muy bajo. Sin embargo esto es resultado del poder compensatorio de los cereales ya que el menor número de espiguillas/panícula (20) y panículas/M<sup>2</sup> de la variedad Páramo en relación con SAIA (con valores de 108 y 193 respectivamente para cada carácter), se ve compensado con un mayor peso de grano, lo cual al final origina un mayor rendimiento económico.

Al comparar las medias de rendimiento económico se observa que las variedades con más alta producción no son las mismas que sobresalieron en los caracteres anteriores, lo cual coincide con lo citado por Grafius (1956), y Hawkins y Cooper (1981), quienes señalan que el rendimiento es producto de la proporción entre caracteres, que para Grafius son: el número de panículas por unidad de área, el promedio de granos por panícula y el peso promedio de los granos; y para Hawkins y Cooper son los mismos, solo que agrupados en peso de grano y número de granos y señalan como más estable al primero de ellos. Por lo tanto puede decirse que las variedades con mayor rendimiento económico (Chihuahua, Gema, Cuauhtémoc, AB-177, Tulancingo, Modaway, Opalo y Páramo), fueron las

que mantuvieron un alto número de granos por panícula y un peso aceptable de grano.

Cabe señalar, sin embargo, que las variedades que tuvieron las medias más altas para peso de mil granos, no fueron las mejores en rendimiento económico, y esto probablemente se debió a que el número y peso de los granos aumenta cuando disminuye el número de los mismos. En cambio las variedades con mayor RE resultaron ser aquellas que mostraron un peso de mil granos intermedio y un buen número de granos por panícula. Esto coincide con los resultados de Rawson y Evans (1970), y muestra el fenómeno de compensación entre componentes del rendimiento.

Estadísticamente no hubo diferencias significativas entre las medias de ocho variedades lo cual implica que en RE estas variedades fueron iguales, sin embargo desde un punto de vista práctico la diferencia de rendimiento entre la variedad Chihuahua (3 771 Kg/Ha), y la variedad Páramo ( 2 838 Kg/Ha, de 939 Kg/Ha si es notable y significativa para el agricultor.

Un aspecto muy importante, y que en cereales constituye un obstáculo para la obtención de mayor rendimiento, es el hecho de que a altas densidades de siembra no se mantienen altos los rendimientos por planta sino que por el contrario se llega a un tope y posteriormente los rendimientos comienzan a disminuir (Donald y Hamblin, 1976); en este caso se encontró que la densidad más adecuada para obtener el rendimiento económico y biológico más alto fué la de 70 Kg/Ha (cuadro 6), ya que en esta densidad se obtuvo 14% más de rendimiento económico y entre 4 y 5% más rendimiento biológico, en comparación a las otras dos densidades.

En cuanto al rendimiento biológico la comparación de medias establece que las variedades con mayor endimientto son aquellas que tienen un ciclo de vida largo, aunque se observa que hay variedades más eficientes, por ejemplo las variedades de ciclo intermedio tuvieron mayor rendimiento que la variedad SAIA que es de ciclo largo. Esto tiene su explicación en lo descrito por Donald y Hamblin (1976), quienes señalan que las plantas se deben seleccionar de acuerdo al peso de tallo por unidad de superficie, porque no solo se debe considerar el número de tallos ó el tamaño de estos sino también su peso por  $\text{cm}^2$ .

La relación más alta para IC fué la de la variedad Gema, la cual ni en el rendimiento económico ni en el biológico tuvo la media más alta, sin embargo como se ha señalado anteriormente al reducir el tamaño de planta se puede elevar el IC pero ocurre una disminución de los rendimientos biológico y económico. Por lo tanto al considerar al IC como criterio de selección no se debe perder de vista otros caracteres como el rendimiento mismo ya que se puede llegar a tener plantas de porte muy bajo con IC muy alto pero de bajo rendimiento tanto de grano como de forraje.

En general, los resultados muestran que el IC no guarda relación con la duración del ciclo de las variedades, ya que tanto variedades intermedias como precoces alcanzaron valores altos de IC y en todo caso la relación es mayor con la densidad de siembra.

Algunas variedades mostraron valores muy aceptables de IC; por ejemplo Gema, Cuauhtémoc, Tulancingo, Chihuahua y Páramo con 0.35, 0.34, 0.34, 0.34, 0.33, y 0.32 respectivamente. Estas relaciones serían recomendadas para la producción de grano y forraje, ya que para ambos presentan buenos rendimientos.

El mayor efecto de la densidad de siembra sobre el IC parece estar en la disminución de este valor al aumentar la densidad, sin embargo al seguir aumentando la densidad se observa un nuevo aumento en el IC lo cual puede ser debido a que a mayor densidad se producen menos macollos y las panículas de las plantas madres se vuelven más productivas, de tal forma que al disminuir el RB (como consecuencia de la disminución de los hijos), y mantener el RE se incrementa el IC.

Lo anterior se comprueba al analizar los valores del IC de cada variedad en cada una de las tres densidades empleadas (cuadro 7). De aquí se observa que hubo variedades que no solo mantuvieron su IC al elevar la densidad de siembra, sino que algunas incluso superaron sus valores, lo cual sugiere que de acuerdo a la variedad va a existir cierta interacción con la densidad de siembra. De lo anterior se puede observar que la densidad de siembra si tiene cierta influencia en el IC de acuerdo a la variedad pero esta no es significativa y sus valores se mantienen más o menos constantes.

La densidad de siembra empleada aunque no mostró una influencia significativa sobre el IC, si se aprecia que ocurrió lo mismo que con rendimiento biológico y económico, ya que la media más alta fué para la densidad de 70 Kg/Ha.

La eficiencia de la producción que es un parámetro con el cual es posible comparar variedades de diferente ciclo, mostró resultados muy similares a los de rendimiento económico en cuanto al comportamiento por variedad. Este parámetro también puede ser un criterio útil ya que nos indica la ganancia de Kg de grano/ha/día, lo cual es importante cuando se quiere hacer un uso más eficiente e intensivo del terreno y del tiempo. De acuerdo a este criterio la

variedad más eficiente fué Chihuahua ya que fué la que dió la mayor ganancia/ha/día.

Las correlaciones entre caracteres mostraron que a mayor peso de mil granos, le corresponde menor número de días a floración, menor número de días a madurez fisiológica, menor número de espiguillas por panícula y menor número de panículas/m<sup>2</sup>. Las dos primeras correlaciones estan de acuerdo con lo encontrado por otros investigadores (Evans y Wardlaw, 1976), pero las otras dos no y esto se debió a que no todas las espiguillas de las variedades que presentaron un gran número de espiguillas por panícula, presentaron grano, algunas porque los granos fueron estériles.

Asi mismo este carácter se relaciona positivamente con el rendimiento económico, IC y EP. Lo anterior indica que a mayor número de días a floración, días a madurez fisiológica, panículas/m<sup>2</sup> y número de espiguillas/panícula, el peso de grano va a disminuir y por el contrario a mayor peso de grano el RE y la EP va a aumentar. Esto último demuestra que el peso de grano es uno de los componentes más importantes del rendimiento.

El RE va a ser mayor al aumentar el peso de mil granos, pero va a ser menor al aumentar el número de espiguillas/panícula. Con el RB se correlaciona positiva y significativamente, de la misma manera que con IC y EP. En general los resultados anteriores estan acordes con los encontrados por otros investigadores como Liang et. al., (1969) y Evans y Wardlaw (1976).

Por su parte el IC se relaciona positivamente con el rendimiento económico, peso de mil granos y eficiencia de la producción y no se correlaciona con

el rendimiento biológico.

Lo cual es similar a lo encontrado por Takeda y Frey (1970), quienes encontraron en avena correlación en RE, EP e IC y que un incremento de 0.1 g/Ha/día dió el mismo incremento en el rendimiento de grano (14%) que un incremento de 4% en el IC.

Por lo tanto para aumentar la eficiencia de las plantas en cuanto a su IC se debe mejorar su RE pero sin elevar el RB, ya que al permanecer constante es te y elevar el primero, el IC sufrirá un aumento que indicará una mayor eficien cia de las plantas.

Por lo anterior se puede apreciar que es necesario encontrar y utilizar criterios de selección que involucren a los diferentes componentes del rendimiento, y que sean fáciles de medir, para que de acuerdo a los objetivos que vayan a perseguir los programas de mejoramiento se utilice el criterio adecuado.

En el caso de la avena que es un cereal que se utiliza para la producción de grano y/o forraje, el IC es un criterio importante, en el cual los valores encontrados (de 0.31 a 0.35) pueden ser indicadores para la producción de grano y forraje; de 0.27 a 0.30 para la producción de grano y menores a 0.27 sólo para la producción de forraje, según los resultados obtenidos en este trabajo.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo al experimento realizado, las variedades utilizadas, las condi ciones ecológicas que se presentaron y los objetivos que se perseguían, las conclusiones a las que se llega son las siguientes:

- 1.- El factor primordial para establecer diferencias entre tratamientos fue el de variedad, permaneciendo sin efecto los tratamientos por efecto de repeticiones, densidad de siembra e interacción variedad por densidad.
- 2.- El efecto de la densidad de siembra sobre el índice de cosecha no re sultó significativo para el rango de 70 a 110 kg/ha.
- 3.- El intervalo de la densidad de siembra debió incluir la densidad a la cual se realiza la selección de plantas en generaciones tempranas para concluir mejor acerca del IC como criterio de selección.
- 4.- Las variedades de ciclo intermedio y precoz fueron las más eficientes para el llenado de grano y rendimiento económico ya que con menor número de días a floración y a la madurez fisiológica obtuvieron un mayor rendimiento de grano.
- 5.- Las variedades tardías presentaron mayor número de espiquillas por panícula y mayor número de panículas/m<sup>2</sup>.

- 6.- La densidad de siembra óptima para rendimiento de grano rendimiento biológico, IC y eficiencia de la producción se encuentra alrededor de los 70 kg/ha.
- 7.- Algunas variedades como SAIA y AB-177 no sólo no disminuyeron el valor de su IC al aumentar la densidad de siembra sino que incluso lo elevaron.
- 8.- El efecto de la densidad de siembra sobre el IC fué diferente aunque no significativamente, para cada una de las variedades.
- 9.- Para la obtención de variedades con más alto IC se debe buscar un aumento en el rendimiento económico pero manteniendo constante el rendimiento biológico.
- 10.- Las variedades que fueron más eficientes en cuanto a la producción de grano y rendimiento biológico, y que por consiguiente presentaron su IC más alto fueron Gema, Cuauhtémoc, Tulancingo y Chihuahua, por lo que pueden ser usadas para la producción de grano y forraje.
- 11.- Los valores de IC más adecuados para la producción de grano son los que se encuentran alrededor de 0 30 a una densidad de 70 kg/ha.
- 12.- Para la producción de forraje los valores más adecuados de IC son entre 0 29 y 0 25 o menores, a una densidad de siembra de alrededor de 70 kg de semilla por Ha.

## LITERATURA CITADA

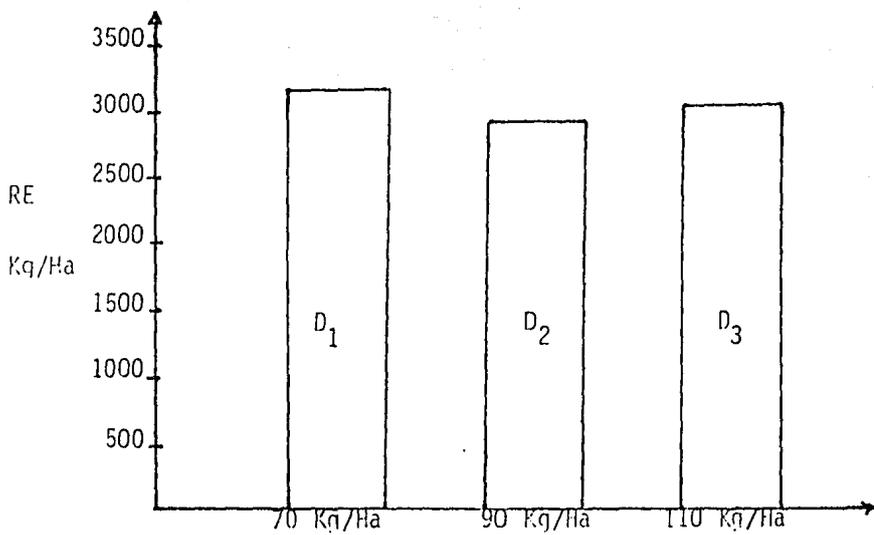
- Jams, M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, Phaseolus vulgaris. Crop. Sci. 7: 505-510.
- ell, G.D. H. 1963. Barley Genet. I. Proc. Int. symp. Ist Wageningen. 285 p.
- illings, W. D. 1952. The environmental complex in relation to plant growth and distribution. Quant. Biol. Rev. 27: 251-265.
- rinkman, A. M., and K. J. Frey. 1977. Growth analysis of isoline recurrent parent grain yield differences in oats. Crop. Science. 17: 426-430.
- attery, B. R. 1969. Effects of plant population and fertilizier on the growth and yield of soybeans. Can. J. Plant. Sci. 49: 659-673.
- opper, J. P. 1977. Photosynthetic efficiency of maize with other field crops. Ann. Appl. Biol. 87 (2): 237-242.
- e Loughery, R. L., and R. K. Crookston. 1979. Harvest index of corn affected by population density maturity rating and environment. Agron. J. 71 (4): 577-580.
- onald, C.M. 1962. In search of yield. J. Aus. Inst. Agr. Sci. 28: 171-173.
- onald, C.M., and Hamblin J. 1970. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. in Agr. 28: 351-405.
- ans, L. T. 1975. In "Crop Physiology" (L.T. Evans, ed.). pp. 327-355. Cambridge Univer. Press. London and New York.
- ans, L. T., and I. F. Wardlaw. 1976. Aspectos de la fisiología comparativa del rendimiento de grano en cereales. Adv. in Agr. 23: 301-350 Traducción M. C. José L. Arellano V.
- fischer, R. A. and Z. Kertesz. 1976. Harvest index in spaced populations and grain wight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. Crop Scie. 16: 55-59
- rey, K. J. 1962. Influence of leaf blade removal on seed wight of oats. Iowa State. J. Sci 37: 17-22.
- arcía, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía, México. 246 p.

- rafius, J. E. 1956. Components of yield in oats: A geometrical interpretation. *Agron. J.* 48: 419-423.
- Hawkins, C. R. and P. J. M. Cooper. 1981. Growth, development and grain yield of maize. *Expl. Agric.* 17: 203-207.
- Henings, V. M. and R. M. Shibles. 1968. Genotypic differences in photosynthetic contributions of plant parts to grain yield in oats. *Crop. Sci.* 8: 173-175.
- Himénez, G. C.A. 1982. Selección masal gravimétrica en avena (*Avena sativa* L.) y su eficiencia relativa al método genealógico. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Kohashi, J. G. 1979. Contribución al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Rama de Botánica, C.P. Chapingo, México.
- Liang, G. H. L., C. B. Overly y A.J. Casady. 1969. Interrelation among agronomic characteristics in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Crop. Sci.* 9: 299-302.
- Liebig, J. 1840-1890. The emergence of agricultural science. New Haven, Con. Yale University 1975. 275 p.
- Livera, M. M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), tolerantes al frío. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnía vegetal. PATENA A.C. Chapingo, México. 113 p.
- Ozuna, O. J. 1980. Estimación y uso de índices fisiotécnicos en la evaluación de genotipos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Hoendi), tolerantes al frío bajo diferentes ambientes en Chapingo, Méx. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Puchridge, W. D. and Donald C. M. 1967. Competition among wheat plants shown at a wide range of densities. *Aus J. Agr. Res.* 18: 193-197.
- Ramírez, P. F. 1983. Evaluación de índices de eficiencia como sustitutos del índice de cosecha en maíz (*Zea mays* L.) Chapingo, Méx. Tesis Ing. Agrónomo.
- Rawson M. H. and Evans L. T. 1970. The patten of grain growth with in the ear of wheat. *Aust. J. Biol. Sci.* 23: 755-764.
- Robles, S. R. 1981. Producción de granos y forrajes, 2a. Edición. Ed. Limusa. México. 592 p.
- Rossielle, A. A. and Frey, K. J. 1975. Estimates of selection parameters associated with harvest index in oat lines derived from a bulk population. *Crop. Sci.* 15: 544-546.

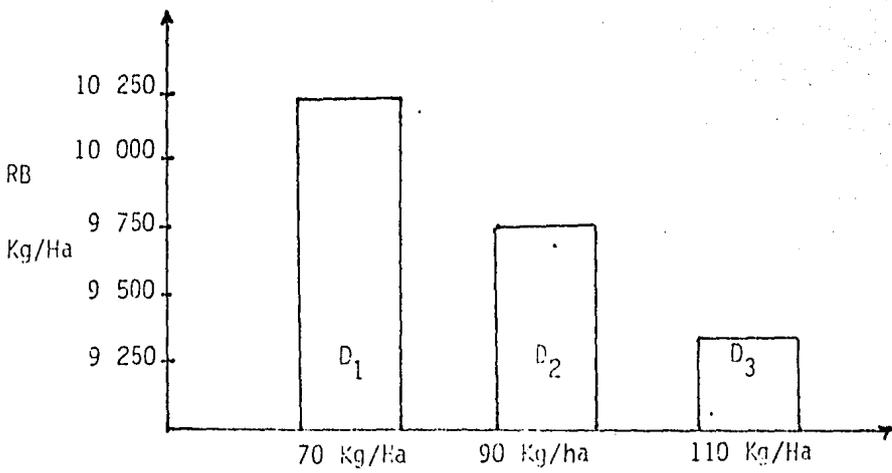
\_\_\_\_\_ 1977. Inheritance of harvest index and related traits in oats. *Crop. Sci.* 17: 23-28.

- Shebasky, L. H. 1967. *Proc. Can. Cent. Wheat Symp.* p. 249.
- Shibles, R. M. and C. R. Weber. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. *Crop. Sci.* 6: 55-59.
- Sures H. K. S. and R. Kanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic basic of heterosis *Adv. in Agron.* 27: 123-171.
- Syme, J. R. 1972. Single plant characters as a measure of yield plat performance of wheat cultivars, *Aust. J. A. gric. Res.* 26: 753-760.
- Takeda, K. and Frey K. J. 1976. Contributions of vegetative growth rate and harvest index to grain yield of progenies from Avena sativa X A. sterilis crosses. *Crop. Sci.* 16: 817-820.
- Tanner, J. W. C. J. Gardener, H. C. Stocskopf and E. Reinbergs. 1966. Some observations on upright leaf typp in small grains. *Can. J. Plant Sci.* 46: 690-698.
- Wallace, D. H., J. L. Ozbun and H. M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. *Adv. in Agron.* 24: 97-146.
- Wiebe, G. A. Petr. F. C. and Stevens H. 1963 N. A. S. NRC Publ.
- Wilcox, J. R. 1974. Responsec of three soybean strains to equidistant spacings. *Agron. J.* 66: 409-412'
- Wilsie. C. P. 1962. (Shelford 1913). *Crop. Adaptation and distribution* W. H. Freeman and Co. Sn Francisco and London. 448 p.
- Woodward, R. W. 1956. The effect of rate and date of seeding of small grains on yields. *Agron. Jur* 40: 160-162.

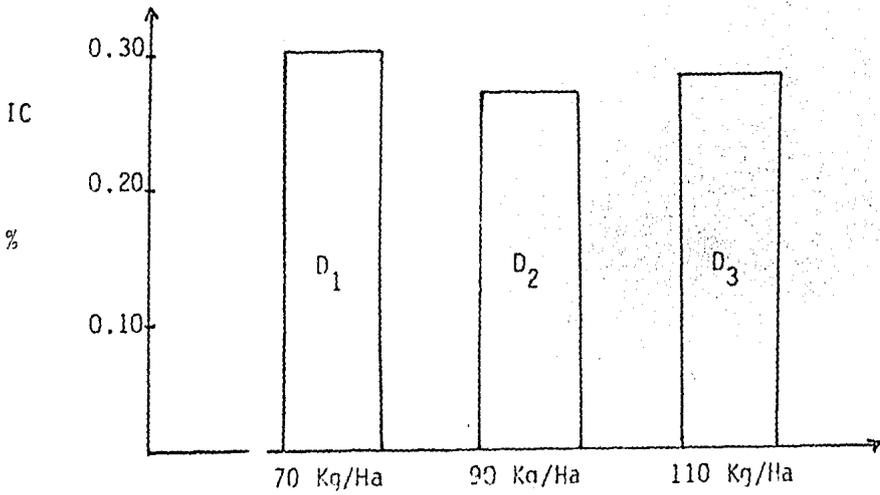
## 8. APENDICE



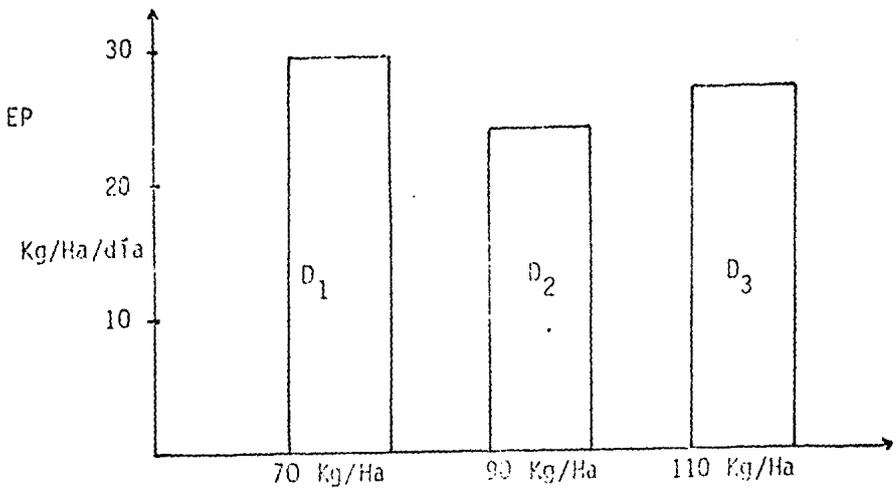
Gráfica 1. RE de las tres densidades estudiadas.



Gráfica 2. RB de las tres densidades estudiadas.



Gráfica 3. Índice de cosecha en las tres densidades estudiadas.



Gráfica 4. Eficiencia de la producción de las tres densidades estudiadas.